

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**CENTRO PERUANO JAPONES
DE INVESTIGACIONES SISMICAS
Y MITIGACION DE DESASTRES**

TERREMOTO DE RIOJA

29 de mayo de 1990

Informe Preliminar de las Misiones de Evaluación

Por:	Dr. Rafael Torres Cabrejos	Director CISMID
	Dr. Yuji Ishiyama	Jefe de la Misión Japonesa
	Dr. Jorge Alva Hurtado	Sub-director de Investigación
	Dr. Yoshio Kumagai	Planificador, Experto de la Misión Japonesa
	Ing. Shunichi Fukumoto	Ingeniero Geotécnico, Experto de la Misión Japonesa
	Ing. Vicente Chariase	Jefe del Laboratorio de Estructuras
	Ing. Jorge Meneses Loja	Laboratorio Geotécnico
	Arq. José M. Sato Onuma	Jefe Dpto. de Planeamiento y Mitigación de Desastres
	Bach. Isaac Arce Pérez	Dpto. de Planeamiento y Mitigación de Desastres

Lima, junio de 1990



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



TERREMOTO DE RIOJA

29 de Mayo de 1990

INFORME PRELIMINAR DE LAS MISIONES DE EVALUACION

Por:	Dr. Rafael Torres Cabrejos	Director CISMID
	Dr. Yuji Ishiyama	Jefe de la Misión Japonesa
	Dr. Jorge Alva Hurtado	Sub-director de Investigación
	Dr. Yoshio Kumagai	Planificador, Experto de la Misión Japonesa
	Ing. Shunichi Fukumoto	Ingeniero Geotécnico, Experto de la Misión Japonesa
	Ing. Vicente Chariarse	Jefe del Laboratorio de Estructuras
	Ing. Jorge Meneses Loja	Laboratorio Geotécnico
	Arq. José M. Sato Onuma	Jefe Dpto. de Planeamiento y Mitigación de Desastres
	Bach. Isaac Arce Pérez	Dpto. de Planeamiento y Mitigación de Desastres

Lima, junio de 1990

TERREMOTO DE RIOJA

29 de Mayo de 1990

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. HISTORIA SISMICA REGIONAL.....	2
3. INFORMACION SISMOLOGICA DEL SISMO DEL 29 DE MAYO.....	3
4. GEOLOGIA REGIONAL.....	4
5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LAS LOCALIDADES AFECTADAS.....	4
6. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES DE LA ZONA.....	4
6.1. Tapial.....	4
6.2. Adobe.....	5
6.3. Quincha.....	5
6.4. Madera.....	5
6.5. Albañilería.....	5
6.6. Concreto Armado.....	5
7. COMPORTAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES.....	6
8. INTENSIDADES.....	7
9. DATOS SOBRE LAS LOCALIDADES AFECTADAS.....	8
9.1. Valle del Alto Mayo.....	8
9.2. Provincia de Rioja.....	8
9.3. Provincia de Moyobamba.....	9
10. ACCIONES DE DEFENSA CIVIL.....	11
11. DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA URBANA.....	11
11.1. Sector Educación.....	11
11.2. Sector Salud.....	11
11.3. Transportes y Comunicaciones.....	12
11.4. Sector Agricultura.....	12
11.5. Sector Vivienda.....	12
11.6. Sector Energía y Minas.....	12
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12
REFERENCIAS.....	14
INDICE DE FIGURAS.....	14
INDICE DE FOTOS.....	14

ANEXOS: Figuras y Fotos.

1. INTRODUCCION

A las 9.34 de la noche (hora local) del martes 29 de mayo de 1990, ocurrió un sismo de magnitud 6.4 en la escala de Richter en la parte nor-oriental del Perú, afectando a los Departamentos de Amazonas (parte sur) y San Martín (parte norte). Entre las localidades más afectadas se encuentran Rodríguez de Mendoza (Amazonas), Soritor, Rioja y Moyobamba (San Martín), entre otras (ver Fig.1)

El terremoto causó aproximadamente 70 muertos, más de 1,600 heridos, y las viviendas dañadas pasaron de 6,000 de un total aproximado de más de 20,000 existentes en la zona epicentral (Alva et al, 1990). La zona epicentral está localizada al sur de Rioja, en la zona montañosa entre Rodríguez de Mendoza y Soritor, cerca de Pucatambo, límite de los Departamentos de Amazonas y San Martín.

Se observaron valores de intensidad máxima de VII en la escala Mercalli Modificada en Soritor, ubicada en la provincia de Moyobamba. Después del sismo principal ocurrieron varias réplicas, algunas de las cuales han sido de regular magnitud (ver capítulo 3).

Este informe es producto de la visitas realizadas por tres misiones de evaluación, entre el 03 y el 20 de junio, a las localidades más afectadas de las Provincias de Rioja y Moyobamba.

Finalmente, debemos señalar que este informe tiene el carácter de preliminar, pues es necesario realizar estudios más completos y técnicos, como la evaluación de las estructuras y los estudios de microzonificación sísmica. Asimismo, no se consignan datos sobre la zona de Rodríguez de Mendoza por no tener información precisa.

2. HISTORIA SISMICA REGIONAL

Las manifestaciones sísmicas de esta región están vinculados directamente a fallas geológicas superficiales o de reciente formación, que forman parte de la tectónica que deforma la Cordillera de los Andes desde tiempos geológicos pasados, la que se encuentra en pleno proceso de levantamiento (Medina y Zambrano, 1990).

Existen escasos antecedentes en la región debido principalmente al aislamiento de los centros poblados y la falta de vías de comunicación en los departamentos de San Martín y Amazonas. La Fig.2 muestra la distribución de máximas intensidades sísmicas en la región, determinadas en base a observaciones del pasado (Alva et al, 1984).

A continuación se describen los sismos más importantes ocurridos en la región (Silgado, 1978; Alva et al, 1984):

- 26 de noviembre de 1877.** Chachapoyas sufrió los efectos de una recia sacudida de tierra.
- 28 de setiembre de 1906.** Notable conmoción sísmica en una área de forma elíptica, que comprendía gran parte de la costa, sierra y hasta las estribaciones de la Cordillera Oriental. Se extendió entre Guayaquil (Ecuador) y Tarma; y entre Trujillo y Moyobamba. En Chachapoyas se registró una intensidad de VII MM, cuarteándose las paredes y desplomándose las antiguas murallas.
- 14 de mayo de 1928.** Notable conmoción sísmica en el norte del Perú. Chachapoyas sufrió una destrucción casi total. Sus casas de adobe y adobón, como las antiguas murallas, no pudieron resistir los violentos embates y se desplomaron en gran parte. Deslizamientos en Pinpincos con 25 muertos (Valle del Chamaya). Arrigoni (1928) presentó un mapa de isosistas en la escala de intensidades Rossi-Forel, (Fig. 3). La magnitud del sismo fue $M_s = 7.3$. En base a Silgado (1977) y Ocola (1982), se disminuyó el valor de la máxima intensidad MM a IX en Chachapoyas, y se añadió el valor de X MM en el Valle del río Chinchipe (Alva et al, 1984).
- 18 de julio de 1928.** Fuerte réplica del 14 de mayo, causa en Chachapoyas el desplome de algunas casas que se encontraban ya debilitadas.

6 de agosto de 1945. Ocurrió un fuerte movimiento sísmico en los departamentos de San Martín y Amazonas, siendo destructor en Moyobamba. Silgado (1946) presentó un mapa de isosistas con una intensidad máxima de VII MM en Moyobamba (Fig. 4). Se formaron grietas en la quebrada Shango debido a licuación de suelos. También ocurrió licuación de suelos en Tahuishco y Azungue, así como en el valle del río Mayo y quebradas adyacentes.

10 de noviembre de 1946. Este sismo tuvo su epicentro en Sihuas, departamento de Ancash, a 300 km. de Moyobamba. No obstante la gran distancia, causó daños en las construcciones de la ciudad (Kuroiwa y Deza, 1968).

15 de junio de 1954. La región nor-oriental del país fue conmovida por un fuerte sismo que causó ligeros daños materiales en Moyobamba, Celendín y Chachapoyas.

19 de junio de 1968. Un terremoto conmovió la parte norte del departamento de San Martín, muriendo 15 personas. El sismo tuvo $M_s = 6.9$ y $M_b = 6.4$, con mayores daños en Moyobamba y Yantalo. Hansen (1968) y Kuroiwa y Deza (1968) presentaron mapas de isosistas (Figs. 5 y 6). El epicentro ocurrió al nor-oeste de Moyobamba. Se aumentó a X MM la intensidad en Angaisha (epicentro), y a VII MM en Moyobamba (Alva et al, 1984). Ocurrió licuación de suelos a lo largo de las márgenes del río Mayo y en Moyobamba (Martínez, 1969).

3. INFORMACION SISMOLOGICA DEL SISMO DEL 29 DE MAYO

El 29 de mayo de 1990, a las 21.34 hora local (02.34 Tiempo Universal) se produjo un terremoto en Rioja. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) asignó una magnitud de $M_b = 6.2$, con la ubicación de 6.25° latitud sur y 77.16° de longitud oeste. El Centro Nacional de Información Sísmica (NEIC) del United States Geological Survey asignó valores de $M_b = 6.0$ y con coordenadas 6.033° latitud sur y 77.267° longitud oeste, con una profundidad focal de 33 kilómetros (normal).

Hasta el 9 de junio se reportaron once réplicas principales, cuyos parámetros focales son los siguientes:

Datos del IGP

Fecha	Hora Univ.	Lat.Sur	Long.Oeste	Magnitud (M_b)
Mayo 30, 1990	02 34'	6.25	77.16	6.2
Mayo 30	05 36'	6.09	77.17	4.7
Mayo 30	16 49'	6.21	77.30	5.4
Mayo 31	15 25'	6.03	77.22	4.6
Junio 3	00 55'	6.08	77.32	4.9
Junio 3	03 24'	6.05	77.21	4.4
Junio 3	07 57'	6.07	77.16	4.7
Junio 4	23 00'	5.96	77.15	4.7
Junio 6	02 01'	6.34	77.19	5.1
Junio 8	21 30'	6.30	77.23	4.7
Junio 9	01 14'	6.29	77.34	5.6

Datos del NEIC*

Fecha	Hora Univ.	Lat.Sur	Long.Oeste	Magnitud (M_b)	Prof.
Mayo 30, 1990	02 34'	6.033	77.267	6.0	33
Mayo 30	05 36'	5.988	77.099	4.5	33
Mayo 30	09 53'	5.975	76.943	4.9	33
Mayo 30	16 49'	6.023	77.163	5.3	33
Junio 3	00 55'	5.966	77.275	4.8	33
Junio 3	07 57'	6.094	77.071	4.6	56
Junio 6	02 01'	6.135	77.210	5.1	25.3
Junio 9	01 14'	5.820	77.240	5.2	33

La localización de estos eventos se muestran en la Fig. 7

El registro de la réplica de junio 6, obtenida por el IGP en la estación temporal de Moyobamba, establece una diferencia de 2.1 segundos entre la llegada de las ondas P y S. Esto significa una distancia de aproximadamente 15 km. desde Moyobamba hasta el epicentro de la réplica.

Información proveniente de personas de la localidad indica que en el sismo principal se sintió una fuerte componente vertical, y también un fuerte sonido. La duración del movimiento sísmico fue estimada entre 30 a 40 segundos.

4. GEOLOGIA REGIONAL

Martínez (1968,1969) describe la geología regional donde se encuentran ubicadas las localidades afectadas (Fig. 8). Existe un predominio de secuencias sedimentarias cuya edad va desde el Cuaternario hasta el Jurásico, típica de la Selva Alta del Perú. La estratigrafía ha sido definida así:

- Cuaternario. Formado por:
 - Depósitos aluviales (Jepelacio, Tabalosos y Tarapoto)
 - Depósitos fluviales (Juanjuf y Soritor)
 - Talud de escombros
 - Depósitos residuales (Yurimaguas, Lamas, Moyobamba, Yantaló, Calzada, Habana y Rioja).
- Terciario. Constituido por los Grupos de las Capas Rojas, representados por las Formaciones Huayabamba, Pozo y Chiriaco.
- Cretáceo Superior. Representado por las Formaciones Arenisca Azúcar (Carretera Tarapoto-Yurimaguas, Cerro Blanco, Morro de la carretera Tarapoto-Río Nieva) y Chonta.
- Cretáceo Inferior. Representado por la Formación Aguas calientes, constituida por areniscas blancas y/o amarillentas, de grano fino a grueso. Se le localiza en el Cerro La Escalera (Carretera Tarapoto-Yurimaguas), en Tangarana (Carretera Tarapoto-Moyobamba), Lamas y cerro El Morro.
- Jurásico. Representado por la Formación Chapiza

La roca basal de Moyobamba, Soritor, Calzada y Habana está constituida por depósitos del Terciario Inferior, pertenecientes a los Grupos de Capas Rojas de las Formaciones Huayabamba, Pozo y Chiriaco, que son limolitas, lodolitas y arcilitas. Hacia el oeste, en Rioja, aparecen rocas del Cretáceo Superior y Medio, constituidas por las Formaciones Areniscas Azúcar y lutitas y calizas Chonta.

Las ciudades y localidades visitadas están localizadas sobre depósitos aluviales, fluviales y residuales del Cuaternario.

La evolución del Valle del Río Mayo, muestra la siguiente configuración (Medina y Zambrano, 1990) :

La depresión tectónica del Mayo, donde se desarrolla el amplio valle del río Mayo; está flanqueado por las cadenas de cerros pertenecientes a levantamientos tectónicos: Cordillera Cahuapanas y Cordillera Oriental.

La cordillera Cahuapanas, que corresponde a un levantamiento tectónico conformada por la cadena de cerros que separa el valle del río Mayo del Llano Amazónico; se extiende longitudinalmente como prolongación de la cordillera Companquiz en el norte y continúa hacia el sur con la cordillera Escalera-Azul (sector Tarapoto). Asociado a esta unidad morfoestructural está la cadena de cerros Angaisha y la falla del mismo nombre, al nor-oeste de la ciudad de Moyobamba, al que se le asocia el origen del sismo de Moyobamba de 1968.

La cordillera Oriental.- Constituye un gran levantamiento tectónico que en su borde nor-oriental limita con la depresión Mayo por una gran falla inversa tipo sobre-escurrimiento que pone en contacto las rocas calcáreas jurásicas con areniscas cretácicas más jóvenes. Asociado a esta unidad morfoestructural, existen fallas geológicas con orientación NO-SE que corren paralelas a la cadena de cerros Pucatambo, en cuyas bases existen importantes afloramientos de aguas subterráneas a través de cavernas labradas en las rocas calcáreas.

Es coherente postular la existencia de fallas activas en la zona como parte dinámica de un neo-tectonismo, al cual podrían asociarse los últimos movimientos sísmicos.

5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LAS LOCALIDADES AFECTADAS

Martínez (1968) describe algunas características generales de las localidades afectadas.

Soritor se ubica en la margen derecha del río Tónchima; el subsuelo está constituido por un lecho de material fluvial, conglomerado de cantos rodados de arenisca con sedimentos arenosos, cubierto por lechos arcilloso-arenosos muy recientes. El espesor del conglomerado es variable, siendo menos potente hacia el este.

Moyobamba, Rioja, Calzada y Habana están sobre suelos residuales de naturaleza arcillosa, arcillosa-arenosa, arenosa-limosa, de colores marrón-rojizo a amarillento y de potencia variable. Estos suelos proceden de rocas del Terciario.

En Calzada y Habana existen arcillas arenosas superficiales de potencia desconocida. La ciudad de Moyobamba se encuentra sobre una planicie elevada, en donde existe material arcilloso de poco espesor en la superficie, suprayaciendo potentes capas de arena. Existe un grave problema de erosión de suelos en Moyobamba. En las partes bajas de la ciudad se encuentran depósitos arenosos medianamente sueltos con nivel freático alto, en donde ha ocurrido licuación de suelos (Azungue y Tahuishco). Los taludes de la planicie de Moyobamba tienen gran pendiente.

La ciudad de Rioja también se ubica en una planicie ligeramente elevada, existiendo zonas bajas en sus alrededores. Los taludes no son tan empinados como en Moyobamba. También ocurrió licuación de suelos en las partes bajas.

Puede indicarse, en general, que los suelos están constituidos por arcillas y arenas, con saturación en las partes bajas y alto contenido de humedad en las partes altas por la precipitación existente en la zona (1600 mm anuales aprox.). Los suelos son blandos, con capacidad portante baja. Los principales problemas geotécnicos detectados son: erosión de suelos, inestabilidad de taludes, amplificación sísmica, y licuación.

El fenómeno de licuación de suelos ha sido reportado en Azungue y Tahuishco en Moyobamba; en los sectores Shica, El Chorro y Molino Valencia en Rioja, en Segunda Jerusalén y Azunguillo, en la naciente del río Negro y en La Conquista (Huascayacu), margen izquierda del río Mayo. Este fenómeno se manifestó con presencia de grietas en el suelo (Fotos 20,21,37), y con afloramientos de agua y arena (Foto 38).

6. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES EN LA ZONA.

Los tipos de construcción predominante en la zona son el tapial y el adobe, constituyendo más del 90% en la mayoría de las localidades visitadas. En menor proporción existen edificaciones de quinchá, madera, albañilería y concreto armado. A continuación se detalla cada una de ellas:

6.1 Tapial.- Las construcciones de la zona son predominantemente de paredes de tapial (ver Foto 1). Los cimientos se realizan excavando zanjas del espesor del muro

entre 50 á 80 cm. de profundidad, las que se rellenan con tierra húmeda, arcillas con presencia de arenas, del lugar, compactándose por capas. Los muros se fabrican en base de bloques (adobones), utilizando moldes de madera, los más grandes son de 1.50 metros de largo, 1 metro de altura y espesores variables entre 40 cm. los más recientes y 80 cm. los más antiguos. En estos moldes se coloca la misma tierra que se usó en los cimientos, la que se apisona manualmente, de manera similar que en los cimientos (ver Foto 1). En las esquinas, los bloques de tapial se entrecruzan para tener cierto "amarre" entre los muros ortogonales (ver Foto 2). La altura promedio de los muros es de 3 m. en las viviendas de un piso y hasta 5 o 6 metros en las de dos niveles. En este último caso, los entrepisos son de madera y en algunas edificaciones se coloca un refuerzo, denominado "llave", conformado por una pieza de madera que atraviesa diagonalmente la esquina de la edificación.

Los techos son pesados, a dos aguas, con estructura tipo tijeral de troncos de madera, con una primera cubierta de cañabrava sobre la cual se coloca una capa de barro y luego vienen las tejas de arcilla cocida (ver Foto 3). En el caso de las viviendas más recientes, se colocan calaminas metálicas y en algunos casos tejas de cemento. Las construcciones más antiguas de este material tiene, por referencias, hasta más de 100 años de antigüedad.

6.2 Adobe.- Las edificaciones de adobe son más recientes que las de tapial, con bloques de entre 30 á 50 cm. de ancho (ver Fotos 4 y 5). La cimentación y techado son similares a las edificaciones de tapial. En algunos casos se añade piedras a la tierra húmeda en el cimiento o se usa concreto ciclópeo, como en las edificaciones de albañilería.

Tanto en las edificaciones de tapial como de adobe se ha observado en los muros que el contenido de arena, en algunos casos, es tal que las hace deleznable al tacto y por lo tanto tampoco tienen resistencia a la lluvia.

6.3 Quincha.- Las construcciones locales de quincha son realizadas con marcos elaborados con troncos de madera a manera de postes fijados al suelo, a 1.50 metros de profundidad, entre los cuales se coloca caña brava entrecruzada; sobre estos se pañetea barro por ambas caras. En los techos se usan tijerales de troncos, sin cubierta de cañabrava ni torta de barro, con amarres típicos, sobre los que se colocan hojas de palmera tejidas (crisnejas) (ver Foto 6), o calaminas metálicas.

Existen también en la zona algunas contadas edificaciones de quincha mejorada o prefabricada, sirviendo como postas médicas o escuelas (ver Foto 7).

6.4 Madera.- Se han observado muy pocas edificaciones de este tipo, siendo en su mayoría la estructura de cobertizos, sin paredes, con techos de calamina u hojas de palmera (ver Foto 8).

6.5 Albañilería.- En todas las localidades visitadas existen pocas edificaciones de este tipo. Las fábricas locales producen ladrillos con perforaciones longitudinales, son del tipo "tubular" (ver Fotos 9 y 10)), de 12 cm. de espesor. Pocas de las edificaciones que las usan llevan columnas y vigas de confinamiento. Los entrepisos y techos son generalmente de madera.

También se ha observado el uso de bloques huecos de concreto sin vibrar.

6.6 Concreto armado.- Se han observado relativamente pocas edificaciones de concreto armado, en las cuales además de los ladrillos antes mencionados, se utilizan bloques huecos de concreto. En estos casos sí se observa la utilización de diafragmas y techos de losa aligerada (ver Fotos 11 y 12). Otro informe (Alva et al, 1990) ha hecho notar que, en algunas viviendas, los pórticos principales que soportan las losas tienen vigas peraltadas, mientras que ortogonalmente hay ausencia de ellas o son del mismo espesor que las losas.

En Nueva Cajamarca, localidad de reciente fundación, se han visto la mayor cantidad de este tipo de edificaciones.

7. COMPORTAMIENTO SISMICO DE LAS CONSTRUCCIONES

Como se puede observar en la Figura 1, la intensidad máxima observada en las localidades visitadas fue de VII MM en Soritor. En esta localidad más del 90% de las edificaciones son de tapial y adobe, y casi todas han quedado destruídas o inhabitables. Sin embargo, edificaciones de albañilería sin confinar no han sufrido daños. Por lo tanto, el sismo fue moderado. Los daños han sido bastante importantes también en Rioja, Moyobamba y otros lugares.

El alto porcentaje de edificaciones dañadas que se observa en la Figura 9, se puede explicar por la gran debilidad de las construcciones de tapial y adobe para resistir las fuerzas horizontales de los sismos, y por la antigüedad de las mismas, tal como fue demostrado por sismos anteriores ocurridos en el país, incluyendo el sismo de Moyobamba de 1968 para el cual también se reportó una intensidad de VII MM.

Los muros de tapial han fallado sobre todo en las esquinas. Esto es debido a lo defectuoso del amarre entre muros ortogonales. Los elementos que se traslapan en las esquinas pueden ser consideradas como "vigas en voladizo" alternadas (Kuroiwa y Deza, 1968), con una luz igual al espesor de la pared con que se cruzan. Al vibrar la pared en la dirección de su menor inercia, estos elementos "en voladizo" chocan contra la pared perpendicular a ellos, la cual prácticamente no vibra por la gran inercia en su plano. Este choque produce primero el agrietamiento de las esquinas (ver Foto 13), un desprendimiento de la porción en el encuentro de los muros (ver Foto 14) y finalmente el colapso (ver Foto 15).

Los muros de adobe fallaron de manera similar a las de tapial. El estudio del comportamiento sísmico de las construcciones de adobe conduce principalmente al análisis de los mecanismos de falla, (Torres y Alva, 1983), los cuales permiten identificar los tipos de esfuerzos a que están sometidos los muros resistentes. Los principales tipos de falla generalmente se presentan confinados y son los siguientes:

- Falla por tracción en los encuentros de muros; ésta se debe principalmente a esfuerzos de tracción directa que se genera en uno de los muros, el cual da arriostre lateral a otros muros. Fig. 10 a.
- Falla por flexión; ésta es causada por los esfuerzos de tracción por flexión generados al comportarse el muro como una losa, apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostan. Esta falla puede ocurrir en secciones horizontales, verticales u oblicuas. Fig 10 b.
- Falla por corte; ésta se produce cuando el muro se comporta como muro de corte y se propaga principalmente en las juntas horizontales debido a los esfuerzos tangenciales. Las Figuras 10 c y 10 d, ilustran algunas variantes de los tipos de fallas en muros de adobe.

En las áreas urbanas estos muros han caído hacia las calles, constituyendo una trampa para las personas que escaparon hacia ellas. En otros casos, las edificaciones de los costados han servido como especie de contrafuertes, los cuales han evitado el colapso. En otros lugares, con edificaciones aisladas, ha habido inclusive colapso total de toda la edificación.

Otra falla observada también en 1968 (Kuroiwa y Deza, 1968) fue la fractura a lo largo del entrepiso de las edificaciones de dos niveles, por ser éste una línea de menor resistencia debido al debilitamiento que sufre el tapial al tener perforaciones para sostener las vigas de madera.

Se debe mencionar además que muchas de estas edificaciones tienen una antigüedad superior a los 50 años, y que producto de sismos anteriores, el intemperismo y uso de materiales con alto contenido de arena, quedaron debilitadas.

Las edificaciones que más han sufrido son las de dos pisos, por su mayor altura y masa, y las que tenían vanos demasiado grandes o mal distribuídos. Siguiendo recomendaciones luego del sismo de 1968, muchos pobladores rebajaron a un piso sus edificaciones de tapial de dos niveles. Sin embargo, muchas de éstas han resultado seriamente dañadas en este último evento especialmente en Soritor.

Las construcciones de quincha y madera, debido a su poco peso y la intensidad moderada del sismo, no han sufrido daños a pesar que sólo algunas de quincha-prefabricada han sido construídas teniendo en cuenta las fuerzas sísmicas laterales. Se puede considerar que las viviendas típicas de quincha son sismoresistentes, debido a las características propias de rigidez y ductilidad tanto de los postes como de las vigas y viguetas (caibros); los postes fijados firmemente a la tierra y amarrados en su extremo superior por las vigas, trabajan como pórticos; sus paredes tienen una alta resistencia por la ductilidad de las cañabravas y su estabilidad depende de su amarre a los postes. Estas construcciones han tenido un excelente comportamiento, incluso en casos de licuación de suelos.

Las edificaciones de albañilería de ladrillo, inclusive sin confinar, y las de concreto armado han sufrido daños sólo en casos aislados o en donde las condiciones del suelo fueron desfavorables como se verá más adelante (ver Foto 16). Se puede decir que en la gran mayoría de las edificaciones que emplean estos materiales no se toman en cuenta características sismo resistentes. Por lo tanto, si ocurriera un sismo con una intensidad mayor a la del 29 de mayo, se tendrían daños en este tipo de edificaciones. Las de albañilería sin refuerzos pueden tener falla frágil, es decir, que habiéndose deformado, fallan súbitamente como explosionando y producen el colapso de la estructura

8. INTENSIDADES

Sarria (1986) después de analizar los informes de 23 misiones de reconocimiento de la UNESCO o de UNESCO/CERESIS que han visitado zonas afectadas por sismos severos, concluye que con la intensidad VI MM comienza la destrucción de las casas de adobe, masivamente las de dos pisos colocadas en esquina y en menor escala las de un piso. Para la intensidad VII MM hay destrucción muy generalizada de las viviendas de adobe y tierra apisonada, y que el límite de estas construcciones corresponde a una intensidad de siete y medio.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, y la pobre calidad de los materiales empleados en la construcción de viviendas de adobe y tapial, a su altura y sistema constructivo, y a su antigüedad, se ha elaborado un listado de las máximas intensidades en la escala Mercalli Modificada se presenta a continuación para los sitios visitados:

LOCALIDAD	INTENSIDAD (MM)
Soritor	VII
Rioja	VI
El Porvenir	VII
Yorongos	VI
Habana	VI
Jerusalén-Azunguillo	V-VI
Moyobamba	V-VI
Nueva Esperanza	V-VI
Florida	V-VI
Nueva Cajamarca	V
Calzada	IV-V
Yuracyacu	IV

Las máximas intensidades sísmicas observadas se indican en el plano de la Fig. 1, su precisión ha sido difícil de realizar debido a que la mala calidad y antigüedad de las construcciones son factores distorsionantes.

9. DATOS SOBRE LAS LOCALIDADES AFECTADAS

Las localidades afectadas se encuentran en el valle del Alto Mayo, del Departamento de San Martín, y en las Provincias de Rodríguez de Mendoza y Chachapoyas en el Departamento de Amazonas; de éstas últimas Provincias no se incorpora información por no contar con datos precisos.

9.1 El Valle del Alto Mayo

Formado por las Provincias de Rioja y Moyobamba. La temperatura media es de 22.5°C y la precipitación media anual es de 1,688 mm (en Rioja).

El potencial económico del Alto Mayo (Provincias de Rioja y Moyobamba), motivó la apertura de la Carretera Marginal, propiciándose una fuerte inmigración y el rápido crecimiento de la zona, con los consiguientes problemas de servicios básicos y de vivienda, que se han agudizado por el reciente sismo.

La agricultura es la principal actividad de la zona, con un gran desarrollo gracias a la inversión extranjera canalizada por el Proyecto Especial Alto Mayo, siendo Rioja la primera productora de arroz del Departamento de San Martín.

Se ha obtenido la información que los daños ocurridos en la infraestructura agraria, tales como canales de regadío, afectarán a aproximadamente 4,000 campesinos tecnificados.

9.2 Provincia de Rioja

Los Distritos afectados por el sismo son los de Rioja (Capital), Pósic, Yorongos, Yuracyacu, Nueva Cajamarca, Elías Soplín Vargas, San Fernando, Naranjos y Bajo Naranjillo. La población estimada de la Provincia a 1990 es de 89,932 habitantes, siendo la población damnificada del orden del 85% (76,838). Se registró un total de 24 muertos y 1,471 heridos (ver Fig. 9)*.

Rioja.- La Capital de la Provincia del mismo nombre, está localizada al norte del Departamento de San Martín, en el Valle del Alto Mayo, a 6°05' de latitud sur y 77°5' de longitud oeste, a 842 m.s.n.m. Existe un aeropuerto para vuelos comerciales a muy poca distancia de la Plaza de Armas. (ver Foto 17).

La mayoría de las edificaciones son de tapial y adobe, de dos pisos con las características mencionadas en 5.1 y 5.2. Existen 4,370 viviendas, de las cuales un 87% han sufrido daños. Algunas pocas edificaciones de albañilería confinada y concreto armado, tales como algunos Bancos, la mayoría de hostales, entre otras, no han presentado daños. Se observaron dos casos de daños a viviendas de albañilería: una por impacto de tapial y otra por defecto constructivo.

La población damnificada en todo el distrito se calcula en 20,000, de un total de 26,014 habitantes. Se registraron 14 muertos y 982 heridos.

Gran parte de la población tuvo que vivir en albergues improvisados y carpas en la vía pública o huertas interiores.

El Porvenir.- Se encuentra ubicado al nor-oeste de Rioja, por la Carretera Marginal.

La modalidad de construcción predominante es el tapial y el adobe. La antigüedad de las edificaciones es de sólo 2 a 10 años, sin embargo se observó casi un 100% de destrucción de sus 292 viviendas (ver Foto 18). Se registraron 4 muertos y 67 heridos.

Segunda Jerusalén - Azunguillo.- Esta localidad se encuentra al nor-oeste de Rioja a 13 km. por la Carretera Marginal, en el Distrito de Elías Soplín Vargas. Tiene una población de 1669 habitantes y un total de 270 viviendas registradas.

La modalidad de construcción predominante es el adobe y el tapial, con algunas pocas de albañilería. En este lugar ocurrieron daños en un 80%. Muchas viviendas colapsaron y otras presentan grietas. Existe una posta sanitaria y un módulo educativo de ladrillo y columnas de concreto, con techos de tijerales de madera y cobertura de calamina metálica. Este módulo, que se repite en otras localidades, no sufrió daños.

Se registraron 8 muertos y 200 heridos.

Nueva Cajamarca.- El Distrito de Nueva Cajamarca tiene 25,379 habitantes y se considera que hubo un 62% de daños. La ciudad de Nueva Cajamarca se encuentra ubicada a 25 km. al nor-oeste de Rioja, y tiene según referencias una antigüedad aproximada de 15 años. Se formó por la población inmigrante que contribuyó a incrementar la producción arrocera del valle.

La modalidad de construcción predominante es la albañilería confinada, utilizando bloques de concreto sin vibrar, observándose pocas viviendas de tapial y adobe. En el recorrido no se observaron daños mayores. Algunas edificaciones sufrieron daños moderados (ver foto 19), sin embargo se observó a muchos pobladores viviendo en refugios improvisados. La Municipalidad reporta que de las 2,015 viviendas, un 56% ha quedado afectada por el sismo. Un edificio de dos pisos en esquina, de concreto armado, sufrió daños por efecto de columna corta a nivel del techo del primer piso. Se observó además la caída de algunos parapetos sin confinamiento.

Florida.- Se encuentra ubicada a 12 km. al sur-oeste de Nueva Cajamarca, accesible a través de una trocha carrozable. En este lugar existen 189 casas, de adobe en su mayoría, semi-destruidas en un 90%.

No se registraron víctimas por el sismo, pero sí una decena de heridos

Yuracyacu.- Ubicada en el Distrito del mismo nombre, se encuentra ubicada a 12 km. al este de Nueva Cajamarca. La población del Distrito es de 9,442 habitantes, y se estima un 32% de daños.

Los tipos de construcción predominante son el tapial y el adobe. Se observaron algunas casas con daños menores y no se registraron muertos o heridos. Se ubicó un módulo de quinchá mejorada que sirve de posta médica, que no sufrió daño alguno (ver Foto 7).

Yorongos.- Ubicada a 10 km. al Sur de Rioja, cerca del posible epicentro (Pucatanbo). Las edificaciones son en su mayoría de tapial y adobe. Sufrió daños de consideración estimados en un 65%.

La localidad de Pósic reportó múltiples daños en sus viviendas; ésta no fue visitada al igual que Bajo Naranjillo (Awajún) y Naranjos, que no reportaron daños.

9.3 Provincia de Moyobamba

La Provincia de Moyobamba tiene una población estimada de 62,379 habitantes y consta de los Distritos de Moyobamba (Capital), Calzada, Habana, Soritor, Jepelacio y Yantaló.

Los datos de la Oficina Técnica de la Municipalidad arrojan un total de 4,804 viviendas afectadas totalmente (50.9%) y 986 viviendas afectadas parcialmente (inhabitables- 10.4%), de un total de 9,440 viviendas.

Moyobamba.- Capital del Departamento de San Martín, ubicada a 25 km. al este de Rioja, a 30 minutos por la Carretera Marginal. El casco antiguo de la ciudad se ubica sobre una meseta a 860 m.s.n.m.

Las construcciones son predominantemente de tapial y albañilería. En el mismo casco central, los daños en edificaciones de tapial son del orden de un 40% de destrucción, concentrándose la mayoría en el Distrito de Lluillucucha. También se observó una mala calidad del material usado en tapiales (suelo arenoso). Las edificaciones de albañilería, concreto armado y quinchá no sufrieron daños.

En las zonas bajas de Moyobamba, tales como Azungue y Tahuishco, han ocurrido colapso y hundimiento de muchas viviendas, producto de la licuación de suelos (ver Fotos 20 y 21). En Tahuishco el módulo educativo de cimiento y columnas de concreto y tabiques de quinchá no sufrió daños, pero la posta médica sufrió un leve asentamiento. Se observaron grietas en el suelo de hasta 30 cm. de ancho y más de 1.50 m. de profundidad. Los pobladores de Azungue, a los que se les recomendó evacuar la zona sin darles otra alternativa de asentamiento, invadieron un terreno de propiedad privada cercano al cementerio (ver Foto 27).

Cabe destacar que fue la localidad más afectada por el sismo de 1968, cuyo epicentro se localizó cerca a los cerros de Angaisha, al norte de la ciudad de Moyobamba.

El reforzamiento de edificaciones de tapial con pórticos de concreto puede ser una de las soluciones para este tipo de viviendas, tal como lo demuestra el local de la Prefectura, cuyas partes rehabilitadas con estos pórticos no sufrieron daños, mas sí las que no lo estaban (ver foto 30).

Se pudo también observar la presencia de conjuntos habitacionales del programa de viviendas FONAVI, de albañilería de ladrillo, que no sufrieron daño alguno (ver Foto 36).

Se tuvo la oportunidad de visitar esta ciudad un mes antes del sismo del 29 de mayo, observándose viviendas de tapial en muy mal estado, que aún así no llegaron al colapso (ver fotos 28 y 29, 34 y 35).

Soritor.- Ubicada en el Distrito del mismo nombre, a unos 25 km. al sur-oeste de Moyobamba. La antigüedad de la localidad es aproximadamente siglo y medio, y las casas tienen un promedio de 75 años, siendo las más antiguas de más de 100 años y las más recientes entre 20 y 30 años. La población total de la ciudad es de 6,947 habitantes, siendo el total del Distrito de 12,656 habitantes.

El tipo de construcción predominante es el tapial, sin cimiento en muchos casos, con techos pesados (madera, carrizo, torta de barro y tejas de arcilla). Las construcciones más antiguas tienen espesores de 50 cm. a más. El número de viviendas es de 1,312, de las cuales el 95.6% están destruidas o han quedado inhabitables (ver Fotos 22 y 23). La Iglesia de Soritor colapsó por completo (ver foto 24). Las edificaciones de tapial son generalmente de dos pisos, pero luego del sismo de 1968, muchas de ellas fueron rebajadas a un nivel. Sin embargo, inclusive éstas últimas han sufrido destrucción. Las pocas construcciones de albañilería con columnas de concreto no sufrieron daño alguno (ver foto 12).

La población informa de deslizamientos de cerros, producidos a unos 13 km. de distancia camino a Rodríguez de Mendoza. También de emanaciones de "vapor y humos" a través de grietas en el suelo.

El abastecimiento de agua es a base de pozos localizados en las huertas o patios interiores de cada casa. El nivel de la napa freática es variable, entre 1 y 7 metros.

Nueva Esperanza.- Ubicada a unos 8 km. al sur de Soritor, comunicada con ésta a través de una trocha carrozable que se proyecta llegar al caserío de San Marcos, a 5 km. de distancia, y que deberá llegar hasta a Omnia (Amazonas), de donde se sigue a Rodríguez de Mendoza. La trocha termina en este punto y sólo se puede continuar

a San Marcos cruzando el río por medio de una oroya.

Esta localidad se encuentra entre el río Indoché y la quebrada Ochque. La población teme que la erosión de taludes del río afecte el emplazamiento de este caserío, sintiéndose ellos en una suerte de "isla", por lo cual solicitan reubicación.

El material de construcción predominante es el adobe, con una antigüedad promedio de edificaciones de dos años. Aquí se ubica otro de los módulos educativos antes mencionados, en buenas condiciones. La posta médica de albañilería confinada tampoco sufrió daños. Todas las edificaciones de adobe se dañaron. Los daños generales fueron de caída de muros y grietas. Un 80% de viviendas se encuentran en condiciones inhabitables. Se observó una construcción de bloques de concreto, una de cuyas esquinas colapsó por falta de amarre. Además, los vanos no tenían dinteles.

Habana.- Se encuentra aproximadamente a 15 km. de Moyobamba. La modalidad de construcción predominante es el tapial y el adobe. La Oficina Técnica ha considerado que en el Distrito de Habana un 56% de las viviendas, de un total de 400, han sido afectadas (ver Foto 25).

Jepelacio.- Ubicada al Sur-este de Moyobamba, a 12 km. Se pudo apreciar que muchas viviendas sufrieron daños considerables. Muy cerca se encuentra la Central Hidroeléctrica del Gera, afectada por una lloclada (huayco) en febrero de 1989, en cuya infraestructura no se apreciaron daños causados por el terremoto.

En Calzada no se apreciaron muchos daños. No se visitó la localidad de Yantaló.

10. ACCIONES DE DEFENSA CIVIL

Las acciones de defensa civil se realizaron de inmediato mediante la labor de socorro y evaluación de la zona damnificada, a través de los Comités Provinciales y Distritales. Sin embargo se tuvieron algunos problemas por la cantidad insuficiente, la demora y la distribución equitativa de la ayuda. Se recibió en primer término alimentos, colchones y frazadas a través de un puente aéreo de la Fuerza Aérea del Perú.

Las continuas réplicas y las lluvias que se precipitaron hicieron que la población se sintiera atemorizada y pidiera con urgencia la llegada de carpas. La distribución de carpas y calaminas se realizó en base a núcleos de familias y no a personas individuales, con la finalidad de apoyar a un mayor número de damnificados (ver Fotos 26 y 31).

11. DAÑOS A LA INFRAESTRUCTURA URBANA

En la Provincia de Rioja, según el informe de la Municipalidad, los daños fueron los siguientes:

11.1 Sector Educación: en los 148 Centros Educativos, 207 aulas necesitan ser reconstruidas, dejando momentáneamente a 7,207 alumnos sin poder estudiar.

11.2 Sector Salud: sólo se cuenta con un Hospital de Apoyo con 52 camas, con personal, material e infraestructura deficientes. Las mismas deficiencias se tienen en los Centros de Salud ubicados en la periferia, algunos de los cuales no se encuentran en funcionamiento.

El muro perimétrico de ladrillo del Hospital de Apoyo fue afectado en 600 ml (ver Foto 32). Otras instalaciones, como la casa de fuerza, también fueron afectadas. El puesto de Salud de "El Porvenir" quedó dañado en su totalidad. Asimismo el muro perimétrico del Centro de Salud de Yuracyacu.

11.3 Transportes y Comunicaciones: en la red vial se han presentado grietas

en diferentes puntos (ver Foto 33) y afloramiento de relleno en el acceso de los puentes Romero y Negro. En general, existe falta de mantenimiento de la Carretera Marginal, con sectores en los que es necesario rehabilitar.

En cuanto a Comunicaciones, el local de ENTEL PERU quedó con su local dañado, y la caída de postes ha agravado el restringido servicio que brindaba. La oficina de Correos quedó destruido.

11.4 Sector Agricultura: los problemas que se venían teniendo por la falta de financiamiento, precio justo a los productos y falta de evacuación de los mismos a los centros de consumo, se han visto agudizados por este sismo. Se han dañado canales de riego y derivación, imposibilitando el riego a 5,000 has. de arroz, y anegando las zonas bajas.

11.5 Sector Vivienda: por la alta inmigración hacia esta zona, los problemas de déficit de vivienda se han agravado por la destrucción de edificaciones, quedando la población inquilina sin otro lugar en donde alojarse. De las 18,014 viviendas en la Provincia de Rioja, 15,832 (88%) se considera que han sido afectadas. Los problemas de saneamiento ambiental también se han agravado por los daños a la tubería matriz.

11.6 Sector Energía y Minas: el problema del servicio de energía eléctrica se ha visto agudizado, dejando inservibles al 85% de las redes, así como parte del sistema de transformación. La Red de Distribución de la Central Hidroeléctrica del Gera, que todavía no está en funcionamiento, no fue afectada.

En cuanto a los locales públicos, varios han quedado severamente dañados, incluyendo a la Municipalidad de Rioja, el cual se ha demolido (ver foto 17).

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Casi el 100% de los daños han sido en construcciones de tapial y adobe, debido a:
 - Errores constructivos: amarres entre muros, o entre muros y techo, proceso de fabricación del adobe y tapiales, falta de cimientos, entre otros.
 - Antigüedad de las construcciones, algunas debilitadas por sismos anteriores.
 - Condiciones locales del subsuelo.
 - Cercanía al epicentro
- 2) Se ha observado el fenómeno de licuación de suelos en áreas circundantes a la meseta que ocupa la ciudad de Moyobamba y se tiene referencias del mismo fenómeno en otras localidades.
- 3) Las construcciones de albañilería, quinchá, madera y concreto armado no han sufrido mayores daños; sólo se han observado caída de parapetos y cercos de albañilería sin confinamiento. Sin embargo, cabe resaltar que los ladrillos usados en las construcciones de albañilería son de tipo "tubular", los cuales no son apropiados para estructuras en base a muros portantes. Además, en muchos casos las edificaciones de albañilería tienen deficiencias constructivas y no reúnen las especificaciones técnicas establecidas por las normas. Si bien éstas no han sido solicitadas por el último sismo, ante la posible ocurrencia de un fenómeno más severo, no se garantiza su buen comportamiento.
- 4) Se recomienda, en principio, la no utilización de sistemas constructivos como el tapial y el adobe, a no ser que se ciñan a lo establecido en las normas de construcciones de adobe y adobe estabilizado o recomendaciones de estudios realizados para construcciones con tapial. Sobre todo, no debe permitirse las construcciones de tierra de más de un piso
- 5) Las construcciones de albañilería y concreto armado deben ceñirse al Reglamento Nacional de Construcciones, para lo cual debe establecerse el control por parte de las Autoridades, a través de personal técnico competente. Las de albañilería deben estar

debidamente confinadas con columnas y vigas de concreto armado, empleando ladrillos o bloques de concreto macizos. Las de concreto armado, para edificaciones de más de dos pisos, deberán tener vigas peraltadas en ambas direcciones principales. ...

- 6) Infraestructura pública, como la Municipalidad y la Iglesia Matriz que se localizan en la Plaza de Armas, han sido dañadas y destruidas en muchas localidades; especialmente en Moyabamba, Rioja y Soritor. Es posible imaginar la gran cantidad de personas que resultarían heridas o muertas si un sismo similar ocurriera durante el día. Por ello, en las edificaciones públicas y de asistencia masiva de personas debe darse especial énfasis en la construcción y reconstrucción con diseño sismo-resistente.
- 7) Casi todas las víctimas fueron sepultadas por paredes de tapial y adobe. Se debe realizar una labor de educación para que la población sepa cómo comportarse en un sismo y cómo determinar los lugares seguros de las edificaciones.
- 8) En Soritor se detectaron más de tres focos de fuego estructural (estallido de fuego luego de un sismo). Estos incendios no se propagaron debido a la estructura, materiales y densidad de las edificaciones. Pero en el caso de otras ciudades como Lima, es posible que se tengan grandes daños debido a estos fuegos estructurales, por lo cual deben estudiarse medidas para su prevención y mitigación.
- 9) En Rioja y Moyabamba muchas calles quedaron bloqueadas por grandes cantidades de escombros de edificaciones colapsadas (que se encontraban apiladas), y por los refugios temporales que la población había levantado.

En el caso de grandes ciudades como Lima se debe considerar la inmediata remoción de escombros y establecimiento de áreas de refugio con instalaciones sanitarias cercanas a las viviendas colapsadas, para evitar congestionamientos de tráfico y otros problemas de operaciones de emergencia y saneamiento ambiental luego de grandes desastres sísmicos.

- 10) Se recomienda el establecimiento de equipos de trabajo para la realización de los siguientes estudios:
 - Evaluación de daños estructurales
 - Adaptación de sistemas constructivos apropiados en los trabajos de reconstrucción, sobre todo la quincha prefabricada, por las características de la zona, disponibilidad de materiales y bajo costo.
 - Microzonificación sísmica de las localidades en el área afectada, dando prioridad a las que sufrieron más daño, tales como: Soritor, Rioja y Moyabamba, entre otras.
 - Planificación del desarrollo futuro de centros poblados y de la Región en su conjunto, teniendo en cuenta la seguridad contra desastres que puedan afectarlas, tales como sismos, inundaciones y deslizamientos, entre otros.
- 11) Se recomienda efectuar una campaña de información, para que la población sea conciente de la realidad sísmica de la región y de las maneras en como deben rehabilitar y construir sus nuevas casas, como comportarse en caso de un sismo y en general, de como estar preparados contra cualquier desastre.

Lima, junio de 1990

REFERENCIAS

- 1) Alva Hurtado J. E. , Meneses H. y Guzmán V. (1984), " Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú ", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil , Tacna.
- 2) Alva, J. y Torres, R. "Propiedades físico-mecánicas de adobes no-estabilizados utilizados en el Perú. UNI. Lima, 1983.
- 3) Arrigoni H. (1928), Mapa aparecido en el diario El Comercio del 18 de Mayo de Mayo de 1928 por H. Arrigoni, Cartógrafo de la Sociedad Geográfica de Lima.
- 4) Hansen W. (1968), "Earthquake Activity Near the Tarapoto-Río Nueva Highway", Woodward-Clyde and Associates , Report to ENKAY S.A.
- 5) Kuroiwa J. y Deza (1968), " Daños causados en Moyobamba por el Sismo del 19 de Junio de 1968 " , Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Lima.
- 6) Martínez Vargas A. (1968), " Geología y Geotecnia de Moyobamba y Alrededores (Después del Terremoto del 19.06.68) ", Laboratorio de Geología y Geomorfología Aplicada, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- 8) Martínez Vargas A. (1969), " Apreciaciones Geológicas de Campo sobre los efectos del terremoto del 19 de Junio de 1968 en Moyobamba y alrededores del Nor-Oriente Peruano ", Primer Congreso Nacional de Sismología e ingeniería Antisísmica, pp. 107-116, Lima.
- 9) Medina, J. y Zambrano, D. Evaluación Preliminar del sismo del 29 de mayo de 1990. Tecnología Intermedia (ITDG). Lima, junio de 1990.
- 10) Ocola L. (1982), " Mapa Preliminar Intensidades Máximas (MKS) 1471-1974 ", Proyecto SISAN, IGP, Lima.
- 11) Silgado E. (1977), " Datos Sismológicos del Perú ", Boletín #3, Instituto Geológico del Perú, Lima.
- 12) Silgado E. (1978), " Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú(1513- 1974) ", Instituto de Geología y Minería, Boletín # 3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima.
- 13) Sarria Alberto (1986) , "Enseñanzas derivadas de los Estudios de las Misiones Post-Terremotos enviadas por UNESCO o por CERESIS-UNESCO ". Centro Regional de Sismología para América del Sur , Lima, 1986
- 14) Mapas SISRA , Catálogos .
- 15) Datos recopilados en las Municipalidades Provinciales de Rioja y Moyobamba.

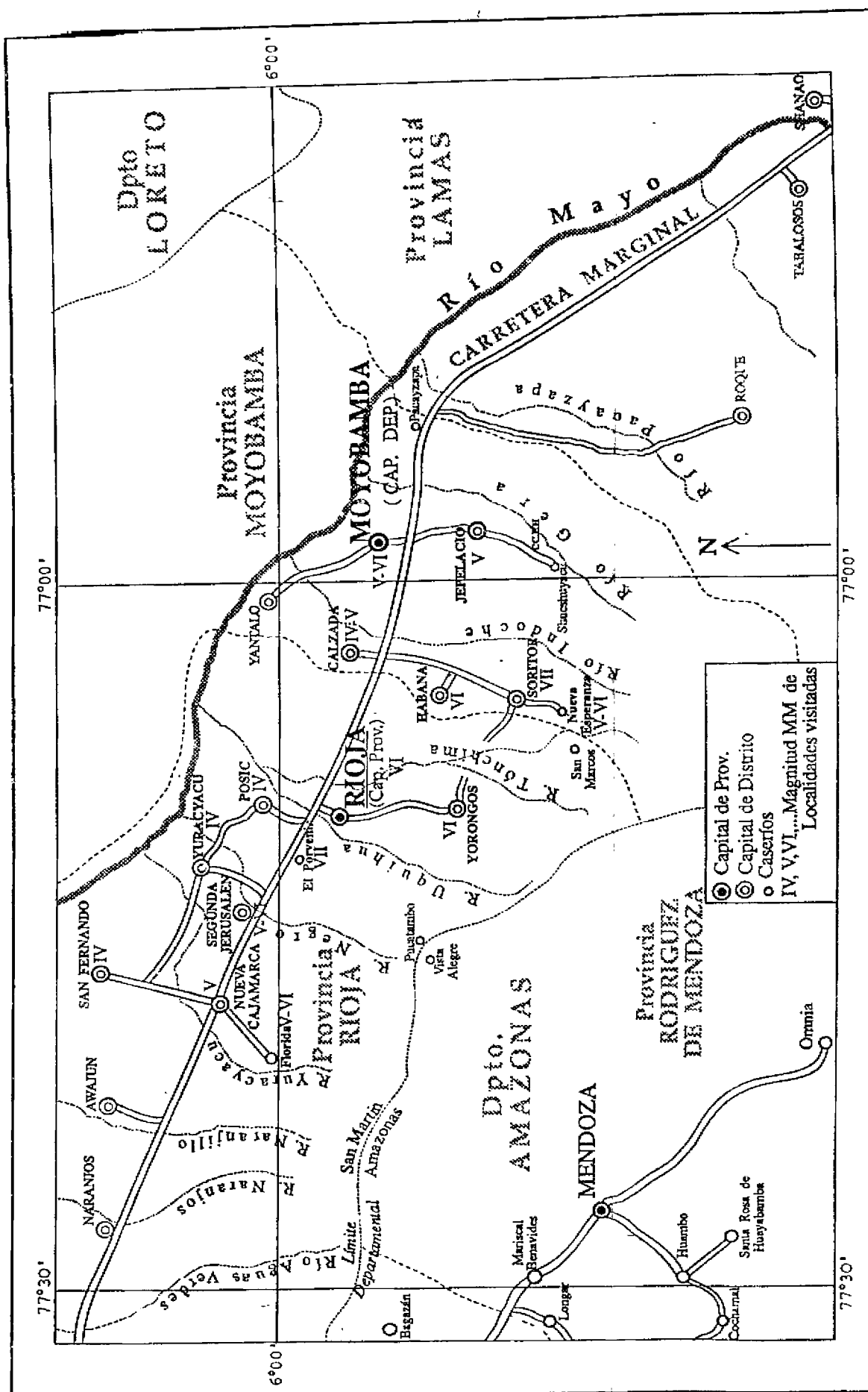
FIGURAS

- Fig. 1 . Area epicentral y localidades visitadas. *Epicentral área & Visited locations.*
- Fig. 2 . Perú: Mapa de intensidades máximas. *Map of Maximum intensities in Perú.*
- Fig. 3 . Mapa de isosistas: Sismo 14 de Mayo 1928. *1928, May 14 . Isoleismals.*
- Fig. 4 . Mapa de isosistas: Sismo 6 de Agosto 1945. *1945, August 6 Isoleismals.*
- Fig. 5 . Mapa de isosistas: Sismo 19 de Junio 1968. *1968, June 19 Isoleismals.*
- Fig. 6 . Mapa de isosistas: Sismo de 19 Junio 1968. *1968, June 19 Isoleismals.*
- Fig. 7 . Epicentros instrumentales: Terremoto de Rioja del 29 de mayo 1990
Instrumental epicenters (Rioja Earthquake-May 29, 1990).
- Fig. 8 . Geología de Moyobamba y Rioja. *Geology of Moyobamba & Rioja.*
- Fig. 9 . Cuadro de evaluación en las Provincias y Distritos de Rioja y Moyobamba. *Population, injured & death people, total of houses & damaged houses in Rioja and Moyobamba Provinces.*
- Fig.10.a. Falla típica de tracción en encuentro de muros sin arriostre superior.
Typical traction failure at wall corner without upper fastening
- Fig.10.b. Falla típica en flexión de muro sin arriostre en dos bordes.
Typical bending failure at wall without fastening in two borders
- Fig.10c. Fallas típicas en flexión de muros sin arriostre superior.
Typical bending failure at walls without upper fastening
- Fig.10d. Falla típica por corte. *Typical shear failure*

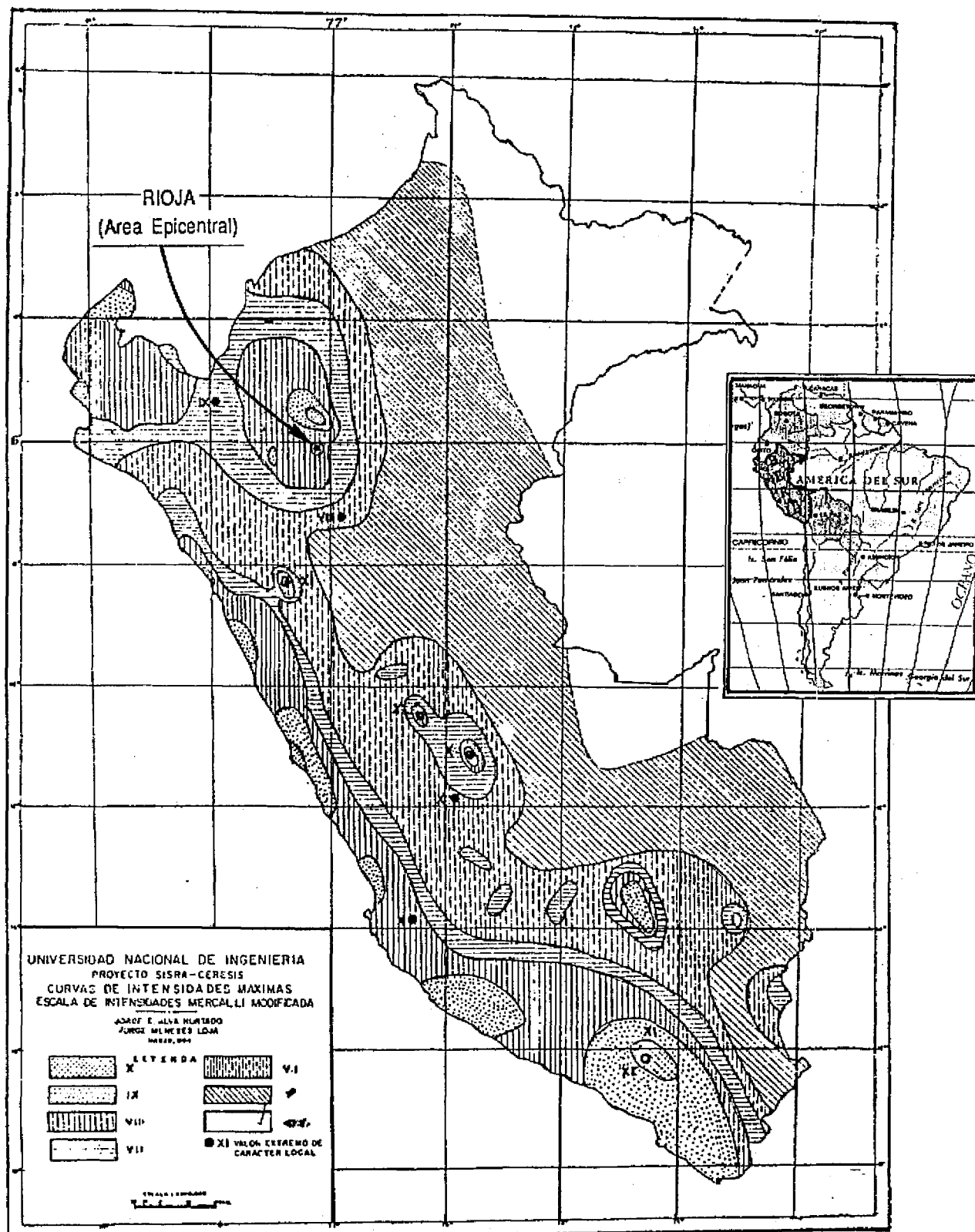
FOTOS

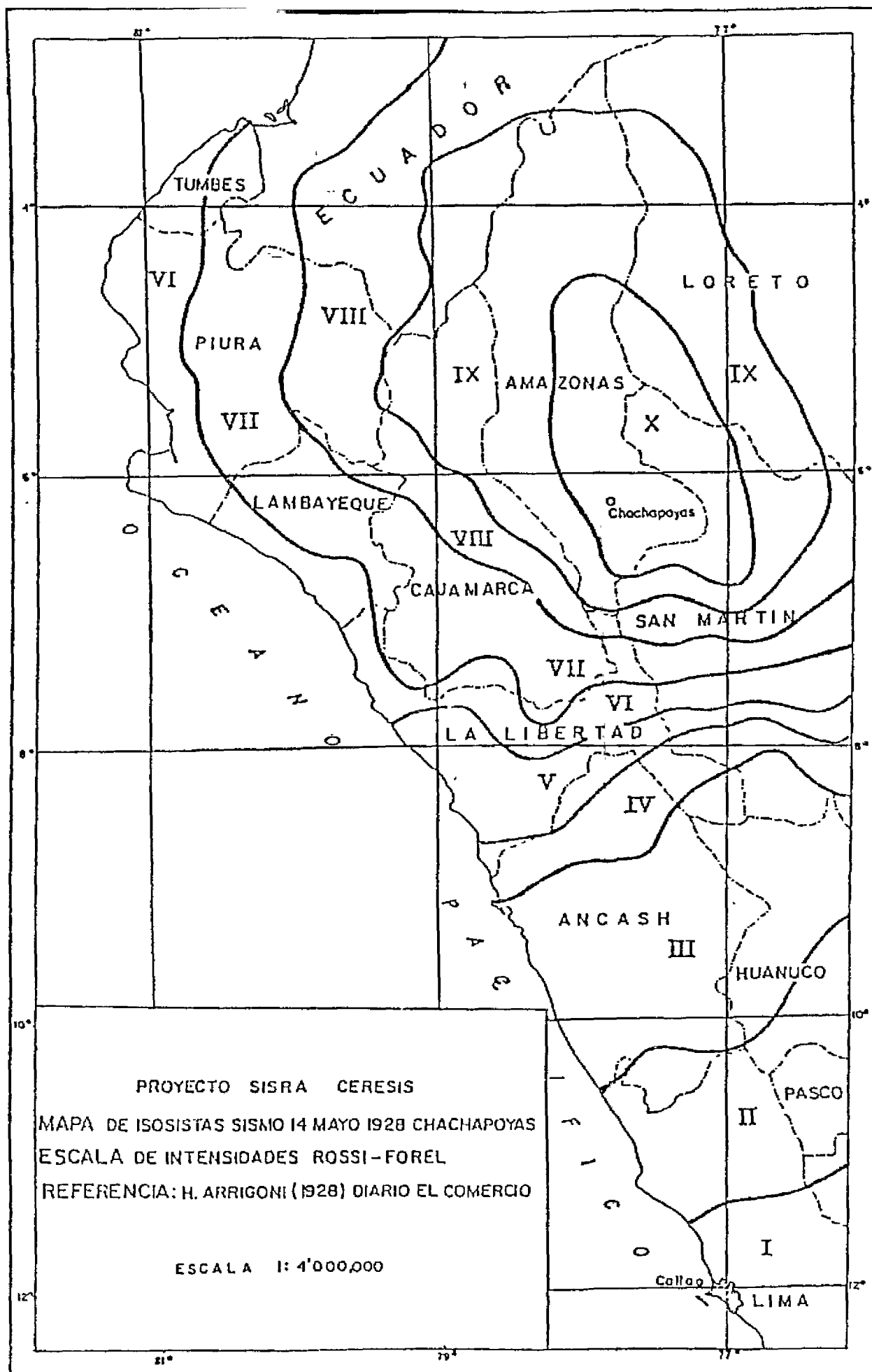
- Foto 1. Vivienda de tapial en construcción (Uso del moldes de madera). *"Tapial" building under construction*
- Foto 2. Construcción anterior antes de colocar el armazón para techo. Esquina derecha: muros ortogonales entrecruzados. *The same building as Nº1 finished till roof level. Right corner: interlocking orthogonal walls.*
- Foto 3. Vivienda de tapial de dos pisos (dañada por el sismo). Techo: armazón de madera con una primera cubierta de cañabravas, a dos aguas. Cobertura: tejas de arcilla cocida asentadas con barro en las cañabravas. *Two storey tapial house (damaged by the earthquake) Roof: wooden structure with a first reed covering, finished with clay roof-tiles over mud.*
- Foto 4. Bloques de adobe para construcción de casas. *"Adobe" bricks for construction*
- Foto 5. Vivienda de adobe de 2 pisos, sin daños. Cimentación de concreto ciclópeo y cobertura de calamina sobre armazón de madera (Nueva Cajamarca). *Adobe two storey house. The roof have methalic sheets over wooden structure. (Nueva Cajamarca)*
- Foto 6. Vivienda Típica de quincha. Columnas a base de postes fijados al suelo y cobertura de palmera sobre armazón de madera. *"Quincha" tipical house, with timber posts anchored to the soil and palm tree cover on wooden structure.*
- Foto 7. Posta Médica de quincha prefabricada. Yuracyacu. *"Prefabricated quincha" (Medical health center at Yuracyacu)*
- Foto 8. Vivienda de madera. Nueva Jerusalem. *Wooden house at Segunda Jerusalem*
- Foto 9. Fábrica de ladrillos (Rioja). *Local brick factory*
- Foto 10. Vivienda de ladrillo. *Masonry building*
- Foto 11. Edificio de Concreto Armado en Rioja. *Reinforced concrete building (Rioja)*
- Foto 12. Vivienda de concreto armado en construcción (Soritor). *Reinforced concrete buildings (Soritor)*
- Foto 13. Vivienda de tapial, con agrietamiento en esquina. *Tapial building corner failure*
- Foto 14. Vivienda de tapial con desprendimiento de la esquina y fractura de entrepiso. *Tapial house with fallen down corner and crack at intermediate level.*
- Foto 15. Vivienda de tapial de dos pisos colapsada. *Completely colapsed tapial two storey house*
- Foto 16. Vivienda de ladrillos sin confinar, en zona de licuación (Azungue- Moyobamba) *Unconfined masonry house at Azungue liquefaction area (Moyobamba)*
- Foto 17. Ciudad de Rioja. Plaza principal-Municipalidad en demolición *Rioja city main plaza & Municipality under demolition.*
- Foto 18. El Porvenir. Vivienda de adobe colapsada. *Colapsed adobe house. (El Porvenir)*
- Foto 19. Daños en edificio de concreto armado (Nueva Cajamarca). *Damaged reinforced concrete building (Nueva Cajamarca)*
- Foto 20. Moyobamba-Tahuishco: Módulo educativo cerca a agrietamientos en zona de licuación. *Soil liquefaction area and standard school (Tahuishco-Moyobamba)*
- Foto 21. Moyobamba-Azungue: Agrietamiento y viviendas colapsadas en zona de licuación *Soil liquefaction and colapsed houses at Azungue (Moyobamba)*
- Foto 22. Soritor: Viviendas colapsadas. *Soritor city: colapsed houses*
- Foto 23. Soritor: Viviendas colapsadas. *Soritor city colapsed houses*
- Foto 24. Soritor: Iglesia colapsada totalmente. *Soritor's main church completely colapsed*
- Foto 25. Habana: Viviendas destruidas-Tanque para agua, sin daños (sin uso). *Habana city: colapsed houses and undamaged water tank (not in use)*
- Foto 26. Defensa Civil: Apoyo de la Fuerza Aérea del Perú. *Civil Defense flights*
- Foto 27. Moyobamba: Terreno invadido después del sismo *Evicted people invaded private areas in Moyobamba after the quake*
- Foto 28. Moyobamba (antes del sismo, abril 1990) Vivienda de tapial de 2 pisos, con múltiples agrietamientos en su pared lateral. *Moyobamba (Before the quake, April 1990) Tapial house with cracks in its lateral wall.*
- Foto 29. Moyobamba (después del sismo, junio 1990). La misma vivienda anterior *Moyobamba (after the quake, June 1990). The same building of photo 28.*

- Foto 30. - Moyobamba: Local de la Prefectura. Edificación de tapial, reforzada con pórticos de concreto armado. Los muros sólo muestran daños en la parte sin reforzamiento. *Moyobamba's Prefectural Office. Tapial building with reinforced concrete reinforcement. The walls show damage only in the original walls without reinforcement.*
- Foto 31. Apoyo internacional por intermedio de Defensa Civil *International relief through Defensa Civil.*
- Foto 32. Rioja. Hospital de apoyo. Muro perimétrico, sin confinamiento, colapsado. *Rioja: Support Hospital. Collapsed masonry fence without confinement.*
- Foto 33. Red vial. grietas en diferentes puntos..*Cracks in roads.*
- Foto 34. Moyobamba: Antes del sismo (abril 1990), Vivienda de tapial de 2 pisos; agrietamientos en pared lateral. *Moyobamba : before the quake (april 1990). Two storey tapial house with cracks in lateral wall.*
- Foto 35. Moyobamba: Después del sismo (junio 1990) Vivienda anterior con agrietamientos en fachada principal y esquina por desprenderse. *Moyobamba: After the quake (Junio 1990). The same house of photo 34 with cracks in main facade and near collapse corner.*
- Foto 36. Moyobamba: Conjunto habitacional "FONAVI 2". *Moyobamba: "Fonavi 2" housing complex.*
- Foto 37. Licuación de arenas en Tahuishco (Moyobamba). *Soil liquefaction at Tahuishco.*
- Foto 38. Licuación de arenas en Azungue (Moyobamba). *Soil liquefaction at Azungue.*



**Fig. 1.- AREA EPICENTRAL Y LOCALIDADES VISITADAS
EPICENTRAL AREA & VISITED LOCATIONS**





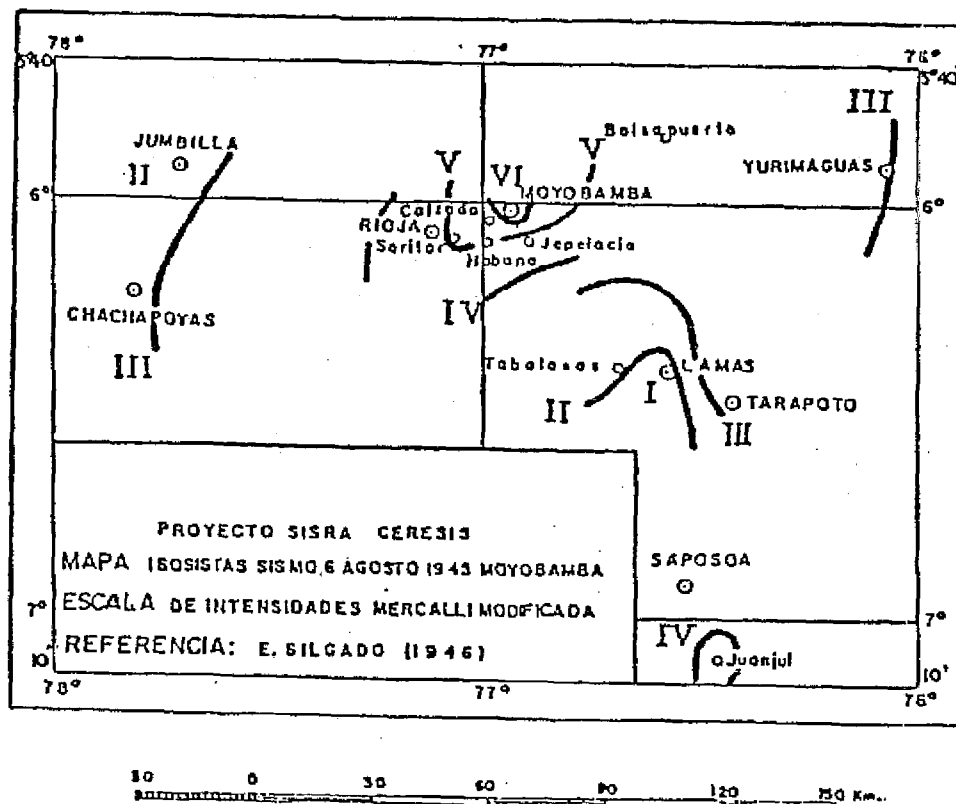


Fig. 4 . - MAPA DE ISOSISTAS: SISMO 6 DE AGOSTO 1945.
 1945, AUGUST 6 . ISOSEIMALS.

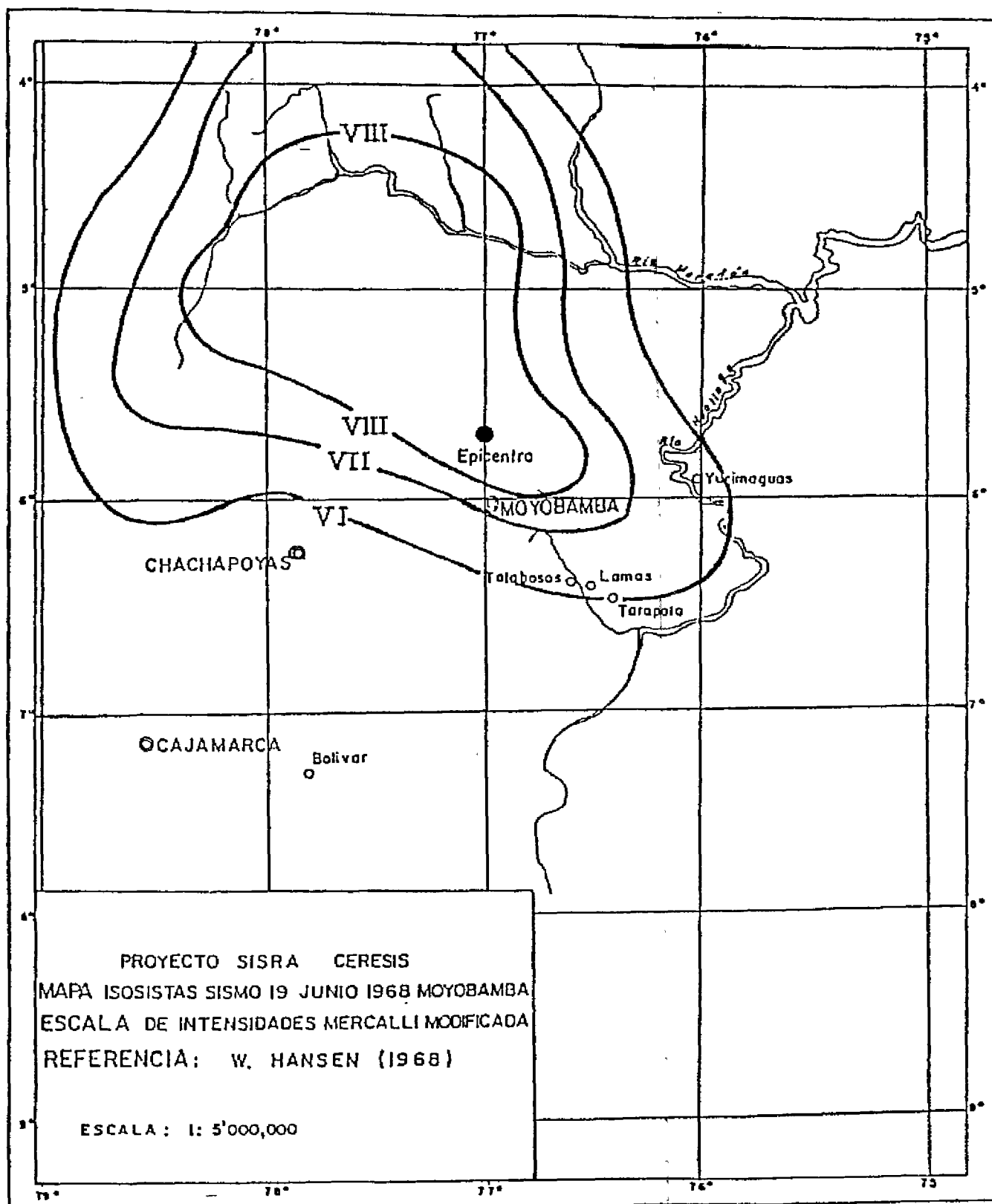
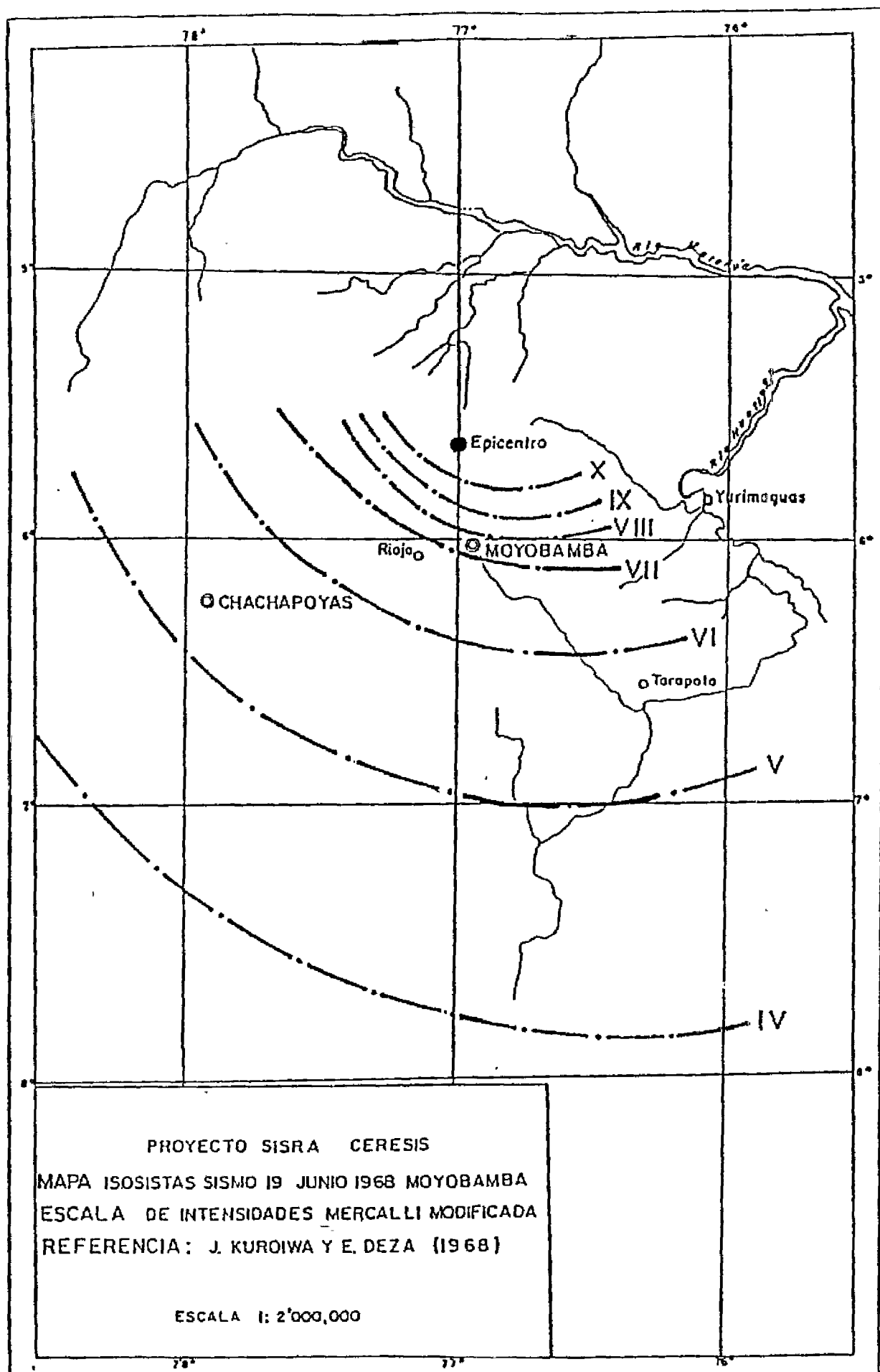


Fig. 5 . - MAPA DE ISOSISTAS: SISMO 19 DE JUNIO 1968.
 1968, JUNE 19. ISOSEISMALS.
 Fuente: Hansen. 1968



77°W

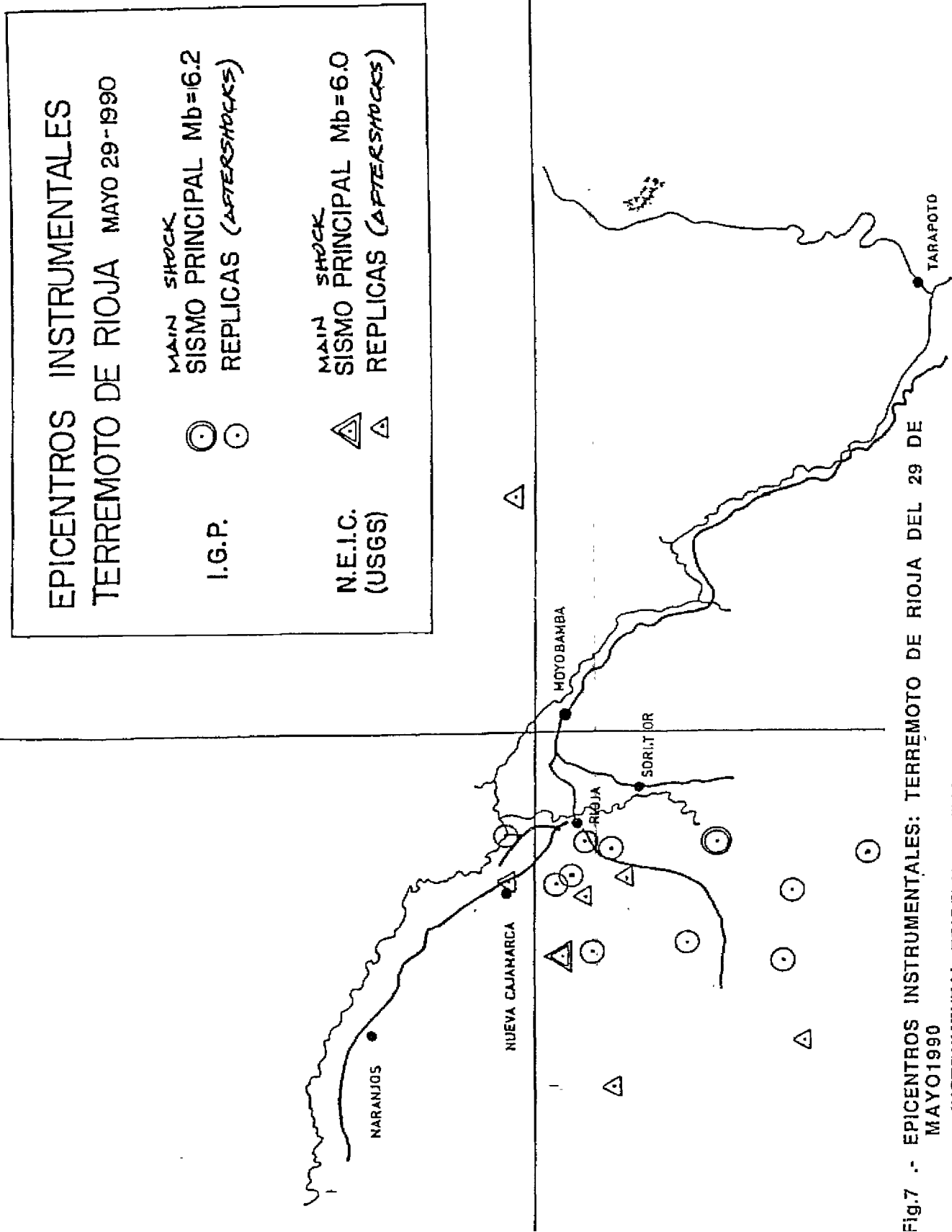
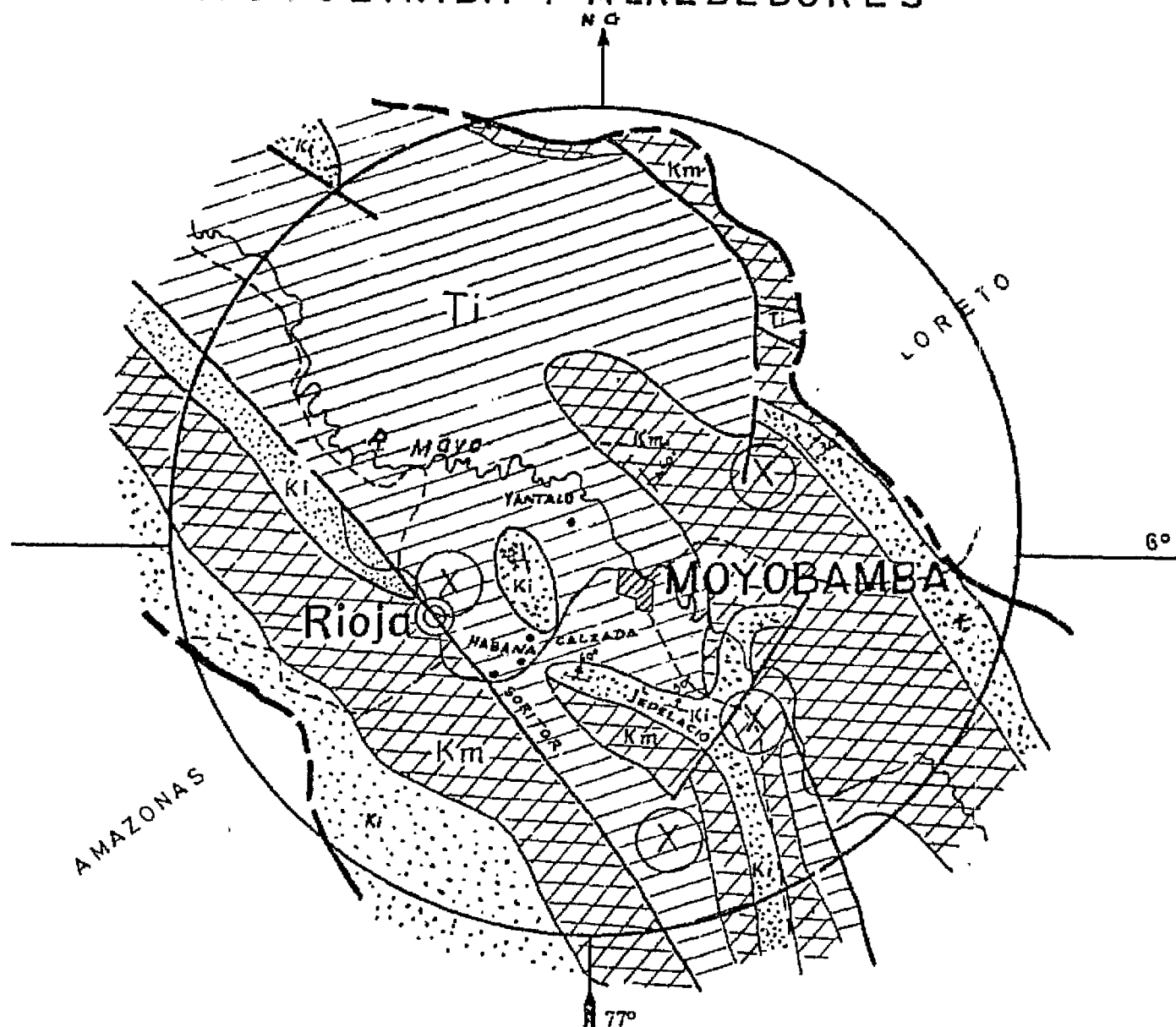


Fig.7 - EPICENTROS INSTRUMENTALES: TERREMOTO DE RIOJA DEL 29 DE MAYO 1990
 INSTRUMENTAL EPICENTERS (RIOJA EARTHQUAKE-MAY 29, 1990).

PLANO GEOLOGICO DE MOYOBAMBA Y ALREDEDORES



LEYENDA		Escala 1:500,000	UNI-FIC 1968 Ing. A. Martínez V.
Terciario Inferior.	Domos Salinos		
Cretáceo Superior i Medio	Fallas		
Cretáceo Inferior	Buzamientos Promedio		
	Limites del Dpto.		

P-1

Fig. 8.- GEOLOGIA DE MOYOBAMBA Y RIOJA.

		terremoto 29/5/90			
	POPULATION	INJURED	DEATH	TOTAL OF HOUSES	DAMAGED HOUSES
	Población	Heridos	Muertos	Tot. Viviendas	Viv. afectadas
Prov. Rioja	89932	1471	24	15832	10433
Distr. Rioja	26014	982	14	5207	4601
Yorongos	2971	70	1	665	493
Elías Soplin V.	5567	200	5	1138	830
Nueva Cajamarca	25397	210	4	5301	3265
Pósic	1941			433	383
Yuracyacu	9442	4		1945	604
San Fernando	5524	5		1143	277
Awajun	2905				
Pardo Miguel	10189				
Prov. Moyobamba	62397				5790
Dist. Moyobamba	35670	100	7	6000	3080
Calzada	2956				
Habana	1850	25	2	400	322
Jepelacio	7477				
Soritor	12656	60	27	2500	2000
Fuentes: CORDESAN-Municipalidades Provinciales de Rioja y Moyobamba					

Fig. 9.- CUADRO DE EVALUACION EN LAS PROVINCIAS Y DISTRITOS DE RIOJA Y MOYOBAMBA.

POPULATION, INJURED & DEATH PEOPLE, TOTAL OF HOUSES & DAMAGED HOUSES IN RIOJA AND MOYOBAMBA PROVINCES.

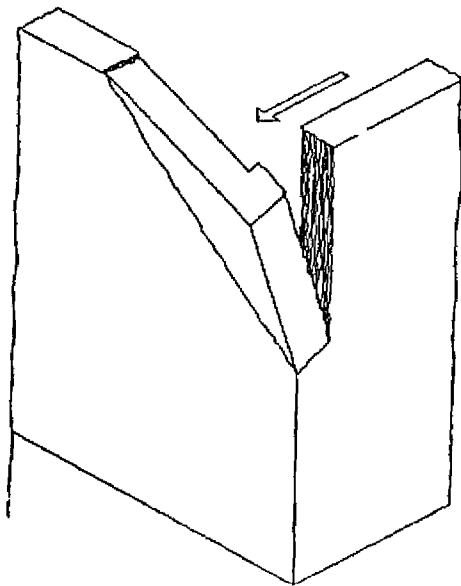


Fig.10.a.-FALLA TIPICA DE TRACCION EN ENCuentRO
DE MUROS SIN ARRIOSTRE SUPERIOR.
TYPICAL TRACTION FAILURE AT WALL CORNER.
WITHOUT UPPER FASTENING

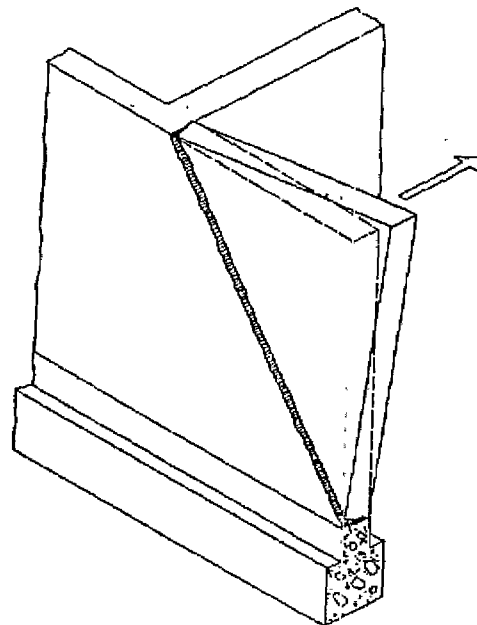


Fig.10.b.-FALLA TIPICA EN FLEXION DE MURO SIN
ARRIOSTRAMIENTO EN DOS BORDES.
TYPICAL BENDING FAILURE AT WALL WITHOUT
FASTENING IN TWO BORDERS

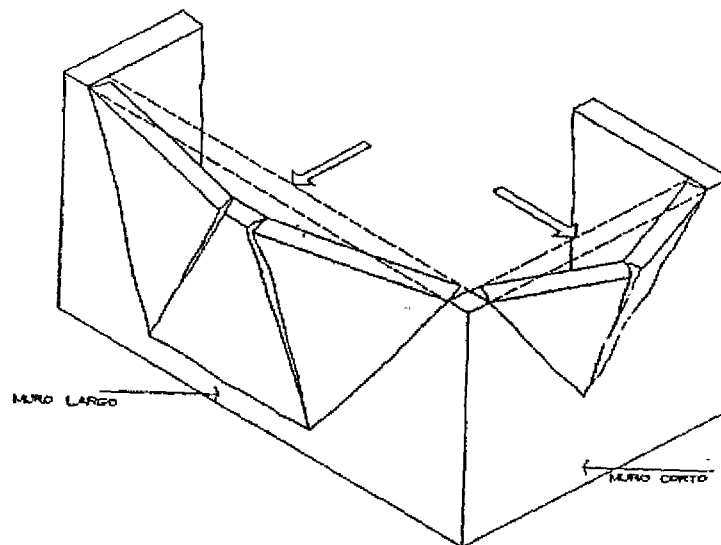
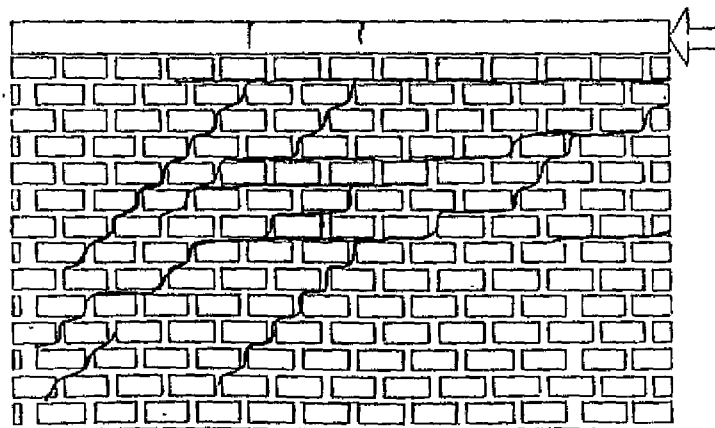


Fig.10c.-FALLAS TIPICAS EN FLEXION DE MUROS SIN ARRIOSTRE SUPERIOR.
TYPICAL BENDING FAILURE AT WALLS WITHOUT UPPER FASTENING



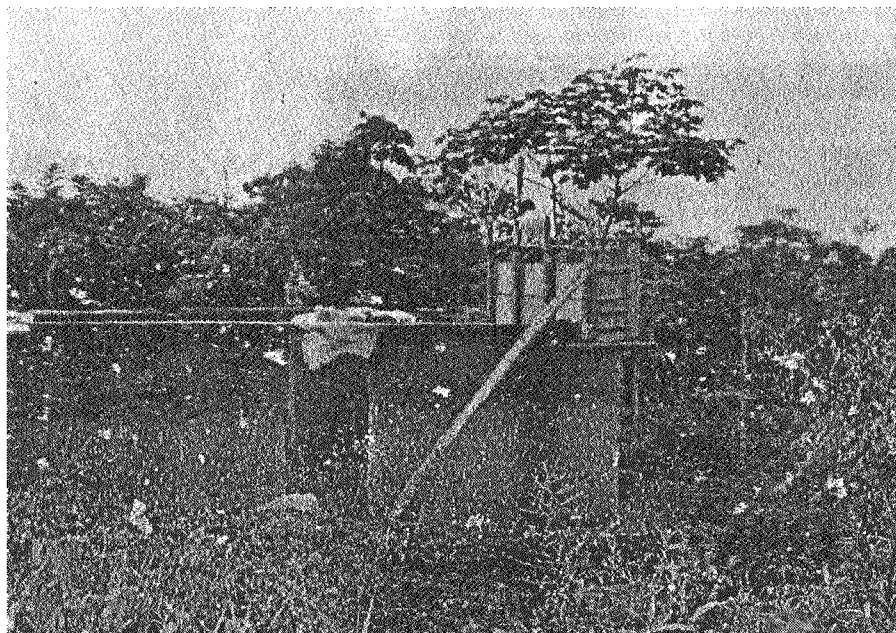


Foto 1

Vivienda de tapial en construcción (Uso de moldes de madera).

"Tapial" building under construction

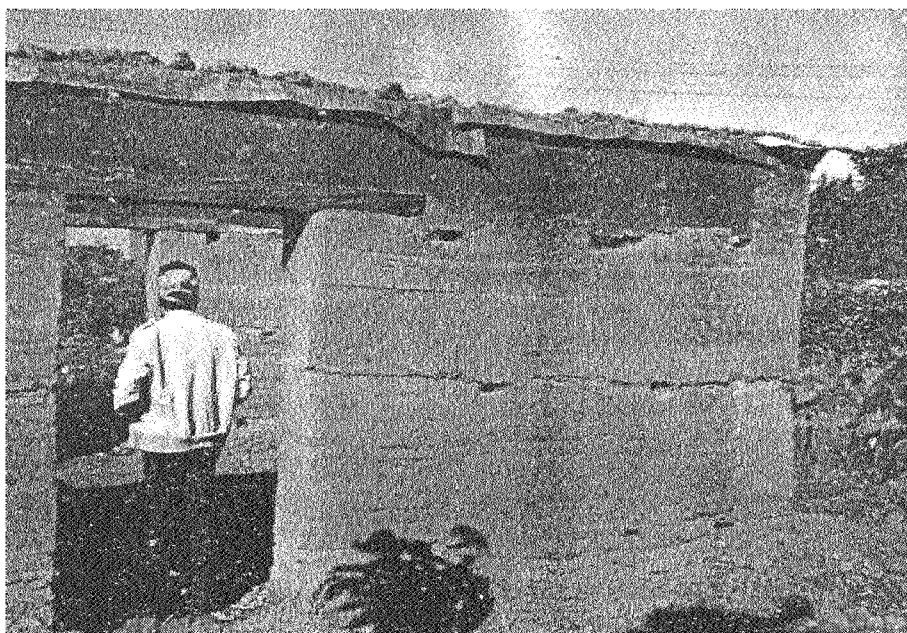


Foto 2

Construcción anterior antes de colocar el armazón para techo. Esquina derecha: muros ortogonales entrecruzados.

The same building as N° 1 finished till roof level. Right corner: interlocking orthogonal walls.



Foto 3

Vivienda de tapial de dos pisos (dañada por el sismo). Techo: armazón de madera con una primera cubierta de cañabravas, a dos aguas. Cobertura: tejas de arcilla cocida asentadas con barro en las cañabravas.

Two storey tapial house (damaged by the earthquake) Roof: wooden structure with a first reed covering, finished with clay roof-tiles over mud.

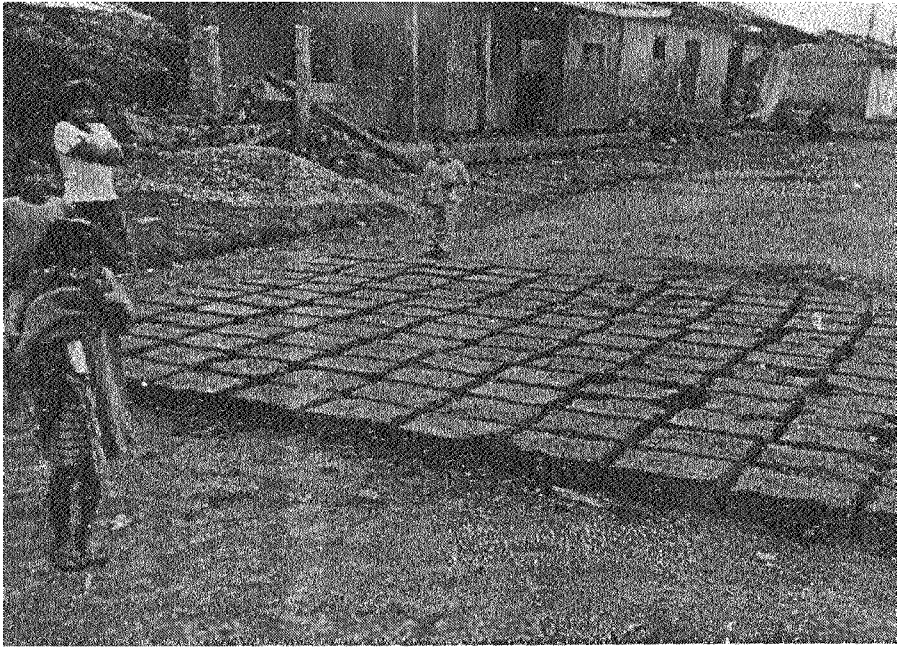


Foto 4

Bloques de adobe para construcción de casas.

"Adobe" bricks for construction

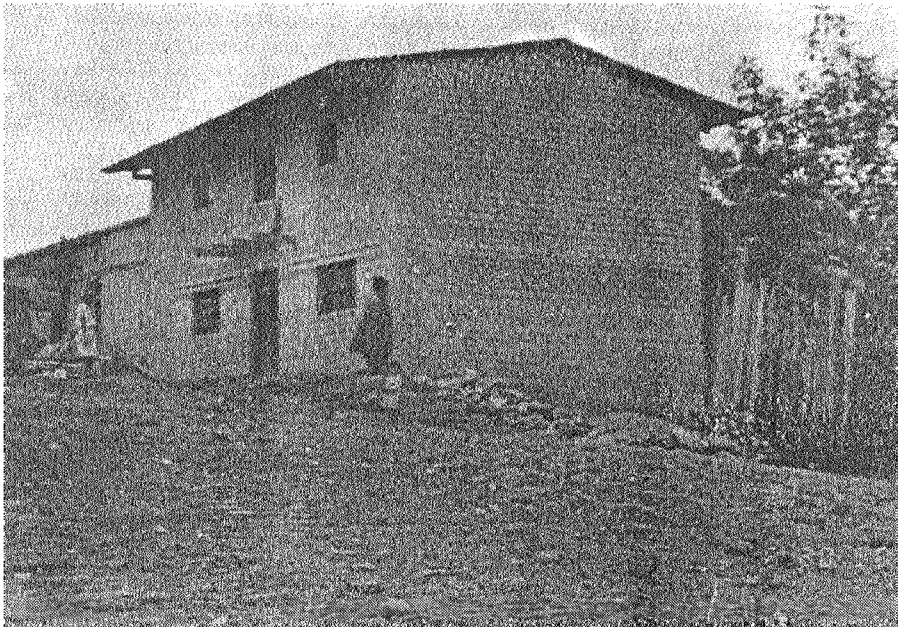


Foto 5

Vivienda de adobe de 2 pisos, sin daños. Cimentación de concreto ciclópeo y cobertura de calamina sobre armazón de madera (Nueva Cajamarca).

Adobe two storey house. The roof have methalic sheets over wooden structure. (Nueva Cajamarca)



Foto 6

Vivienda Típica de quincha. Columnas a base de postes fijados al suelo y cobertura de palmera sobre armazón de madera

"Quincha" typical house, with timber posts anchored to the soil and palm tree cover on wooden structure.

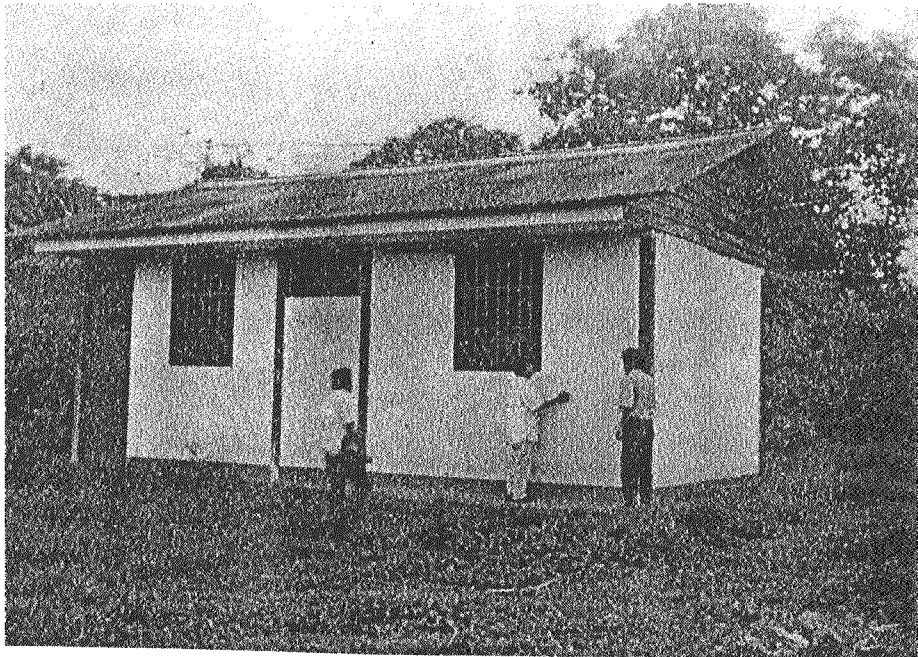


Foto 7
 Posta Médica de quincha
 prefabricada. Yuracyacu

*"Prefabricated quincha"
 (Medical health center at
 Yuracyacu)*



Foto 8
 Vivienda de madera.
 Nueva Jerusalem

*Wooden house at Segunda
 Jerusalem*

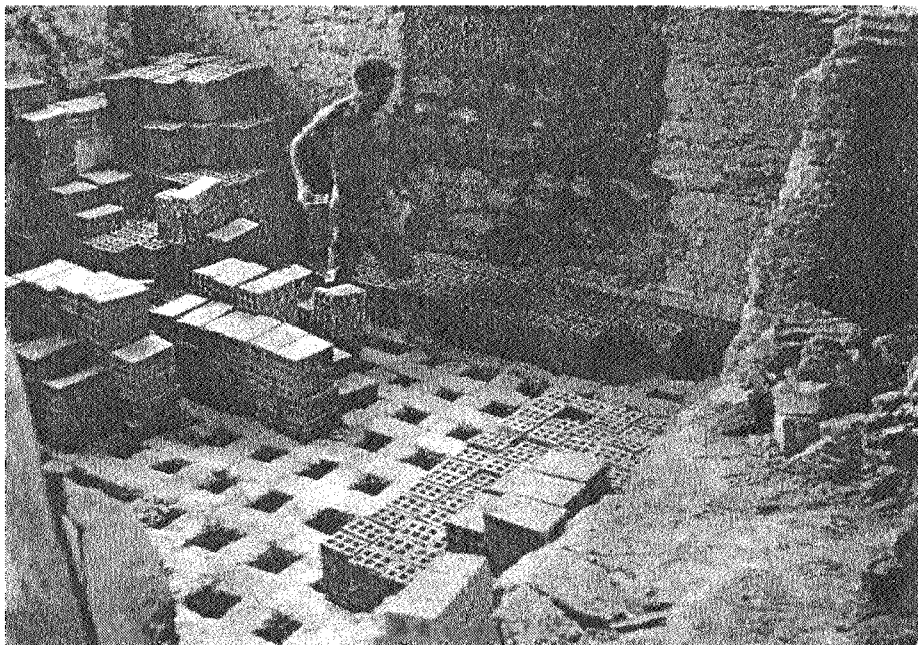


Foto 9
 Fábrica de ladrillos
 (Rioja)

Local brick factory

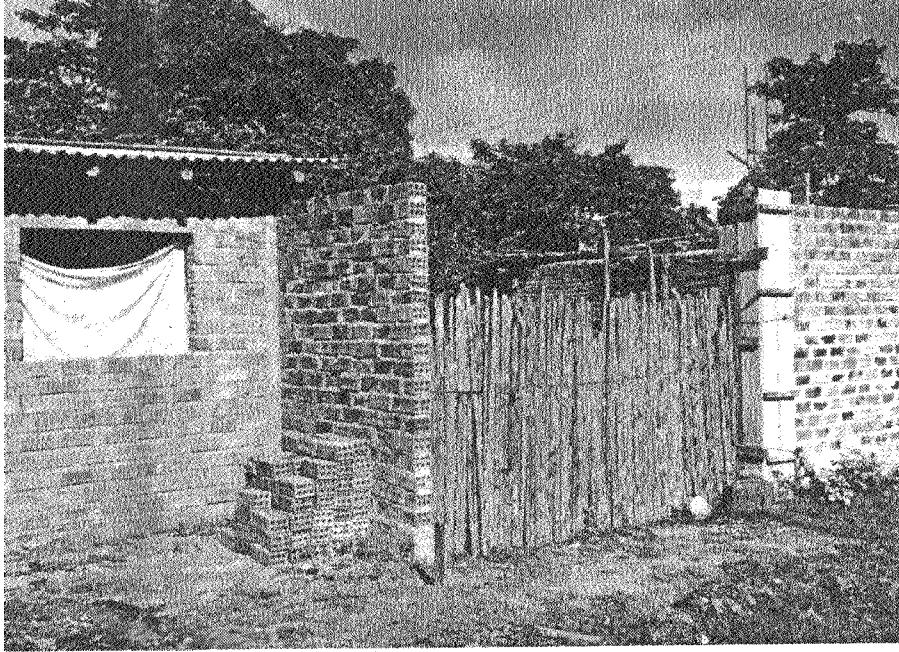


Foto 10
Vivienda de ladrillo

Masonry building

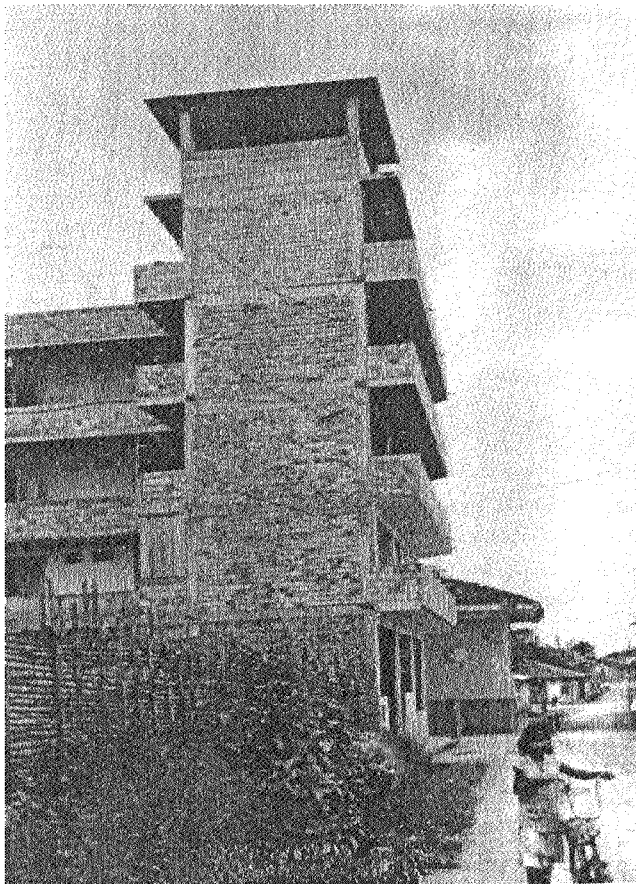


Foto 11
Edificio de Concreto
Armado en Rioja

*Reinforced concrete
building (Rioja)*



Foto 12
 Vivienda de concreto
 armado en construcción
 (Soritor)

*Reinforced concrete
 buildings (Soritor)*



Foto 13
 Vivienda de tapial, con
 agrietamiento en esquina

*Tapial building corner
 failure*



Foto 14
 Vivienda de tapial con
 desprendimiento de la
 esquina y fractura de
 entpiso.

*Tapial house with fallen
 down corner and crack at
 intermediate level*



Foto 15
 Vivienda de tapial de dos
 pisos colapsada

*Completely collapsed
 tapial two storey house*



Foto 16
 Vivienda de ladrillos sin
 confinar, en zona de
 licuación (Azungue-
 Moyobamba)

*Unconfined masonry
 house at Azungue
 liquefaction area
 (Moyobamba)*



Foto 17
Ciudad de Rioja. Plaza
principal-Municipalidad
en demolición.

*Rioja city main plaza
& Municipality under
demolition.*

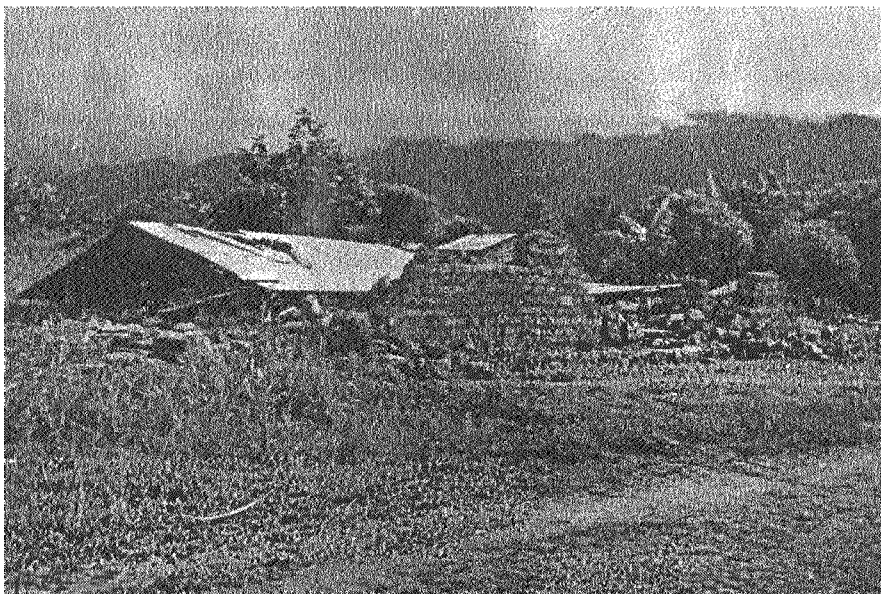


Foto 18
El Porvenir. Vivienda de
adobe colapsada

*Collapsed adobe house. (El
Porvenir)*



Foto 19
Daños en edificio de
concreto armado (Nueva
Cajamarca).

*Damaged reinforced
concrete building (Nueva
Cajamarca)*

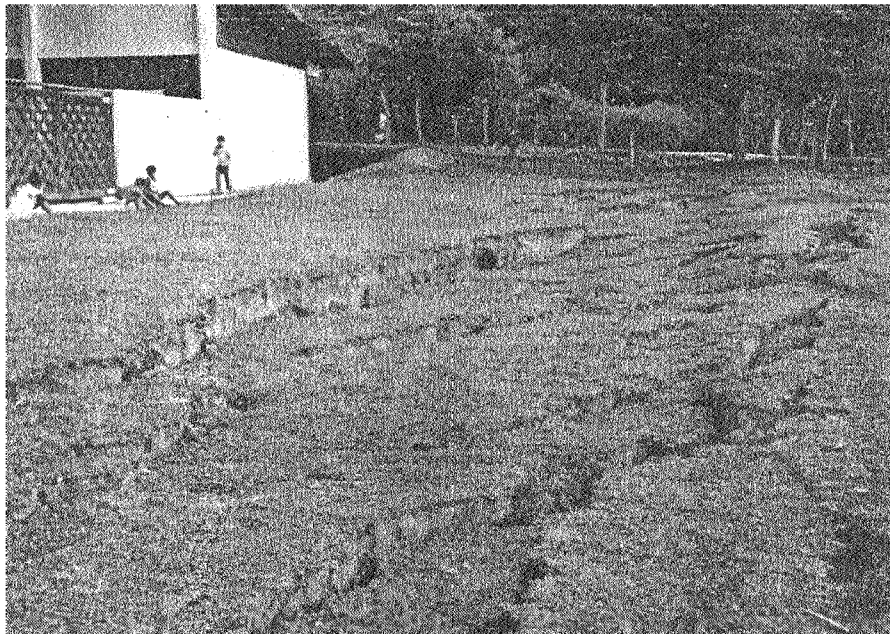


Foto 20
Moyobamba-Tahuishco:
Módulo educativo cerca a
agrietamientos en zona de
licuación.

*Soil liquefaction area and
standard school
(Tahuishco-Moyobamba)*



Foto 21
Moyobamba-Azungue:
Agrietamiento y viviendas
colapsadas en zona de
licuación.

Soil liquefaction and

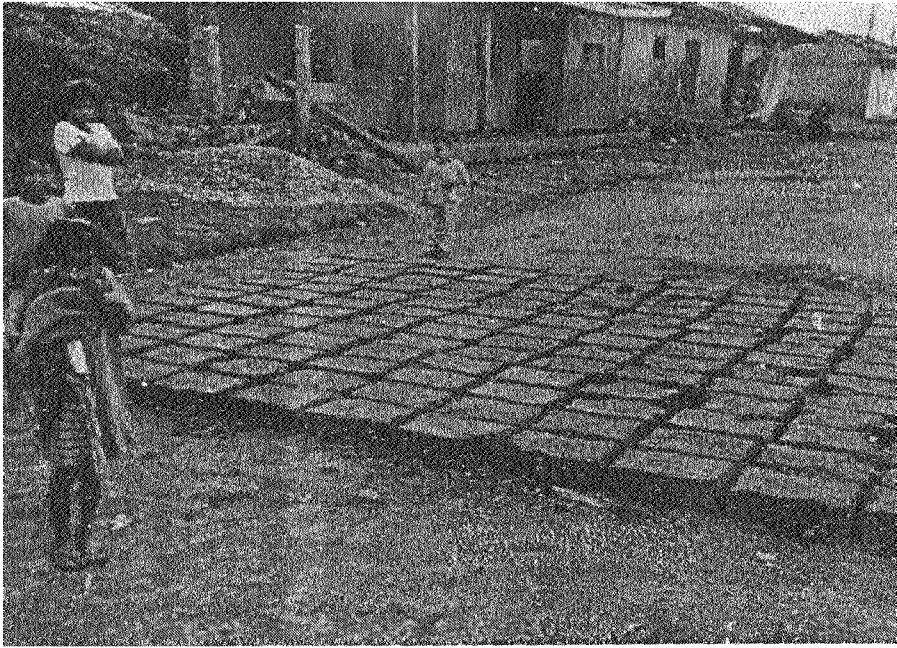


Foto 4

Bloques de adobe para construcción de casas.

"Adobe" bricks for construction

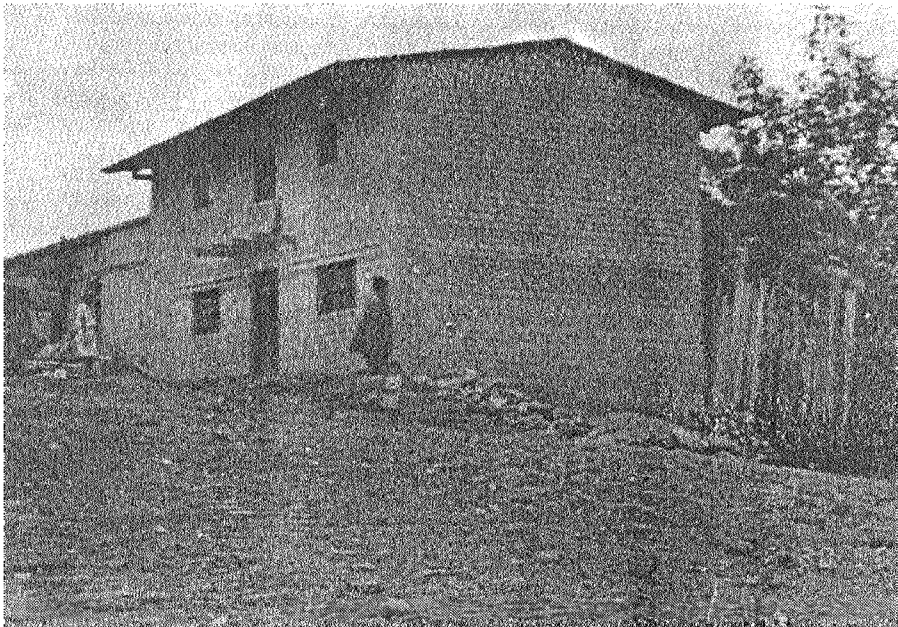


Foto 5

Vivienda de adobe de 2 pisos, sin daños. Cimentación de concreto ciclópeo y cobertura de calamina sobre armazón de madera (Nueva Cajamarca).

Adobe two storey house. The roof have methalic sheets over wooden structure. (Nueva Cajamarca)



Foto 6

Vivienda Típica de quincha. Columnas a base de postes fijados al suelo y cobertura de palmera sobre armazón de madera

"Quincha" typical house, with timber posts anchored to the soil and palm tree cover on wooden structure.

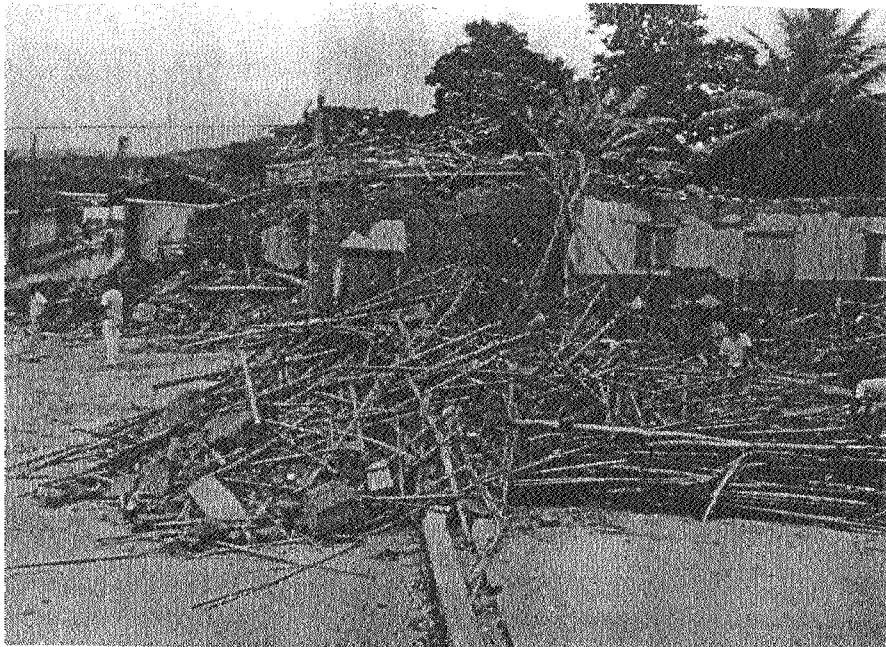


Foto 22
Soritor: Viviendas
colapsadas

*Soritor city: colapsed
houses*

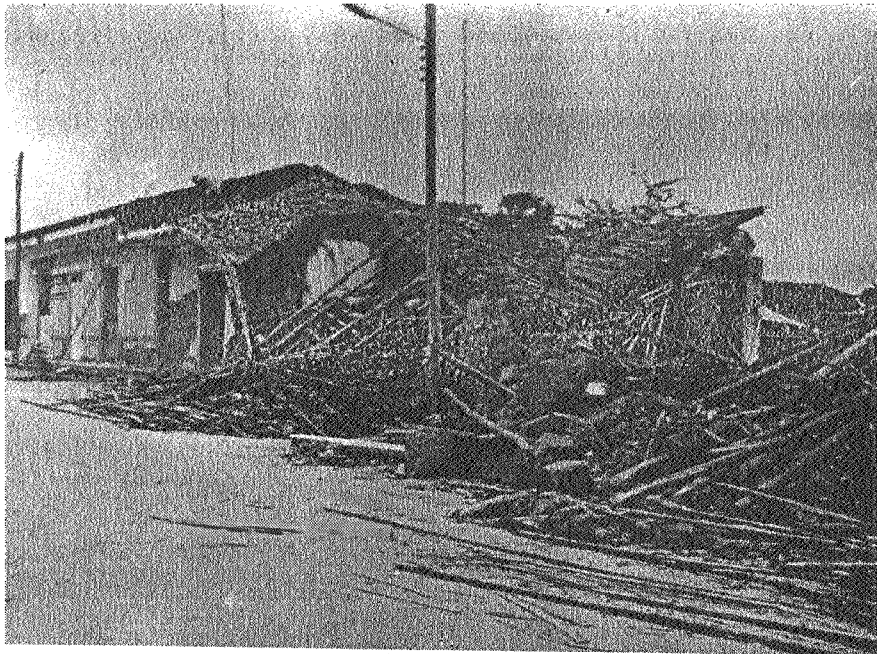


Foto 23
Soritor: Viviendas
colapsadas

*Soritor city colapsed
houses*



Foto 24
Soritor: Iglesia colapsada
totalmente

Soritor's main church

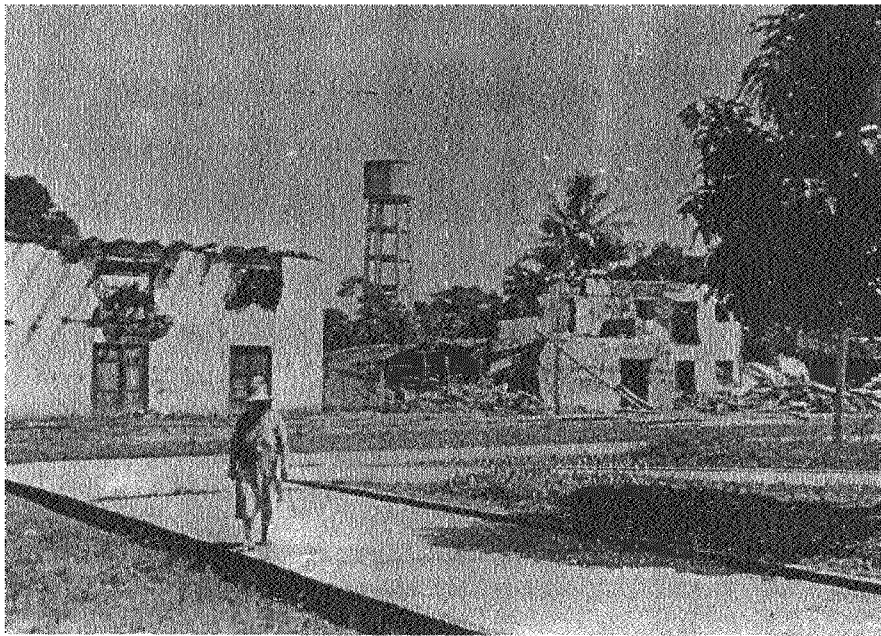


Foto 25
 Habana: Viviendas
 destruidas-Tanque para
 agua, sin daños (sin uso)

*Habana city: colapsed
 houses and undamaged
 water tank (not in use)*

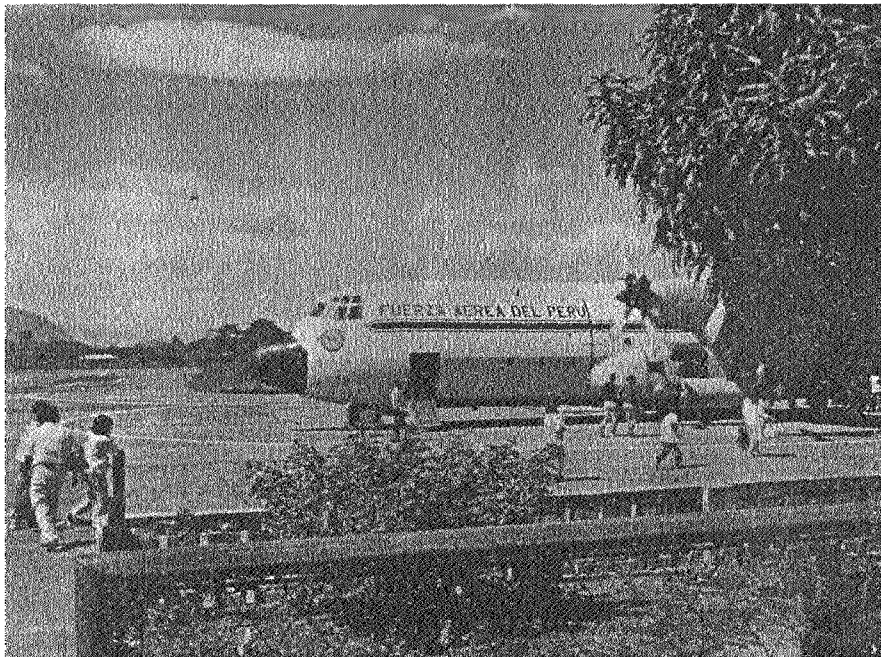


Foto 26
 Defensa Civil: Apoyo de la
 Fuerza Aérea del Perú.

Civil Defense flights

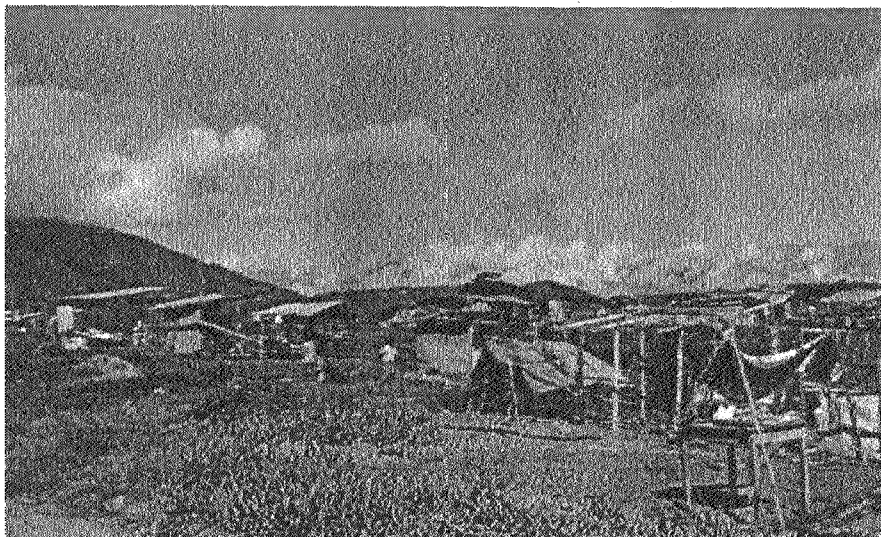


Foto 27
 Moyobamba: Terreno
 invadido después del sismo.

*Evicted people invaded
 private areas in
 Moyobamba after the
 quake*

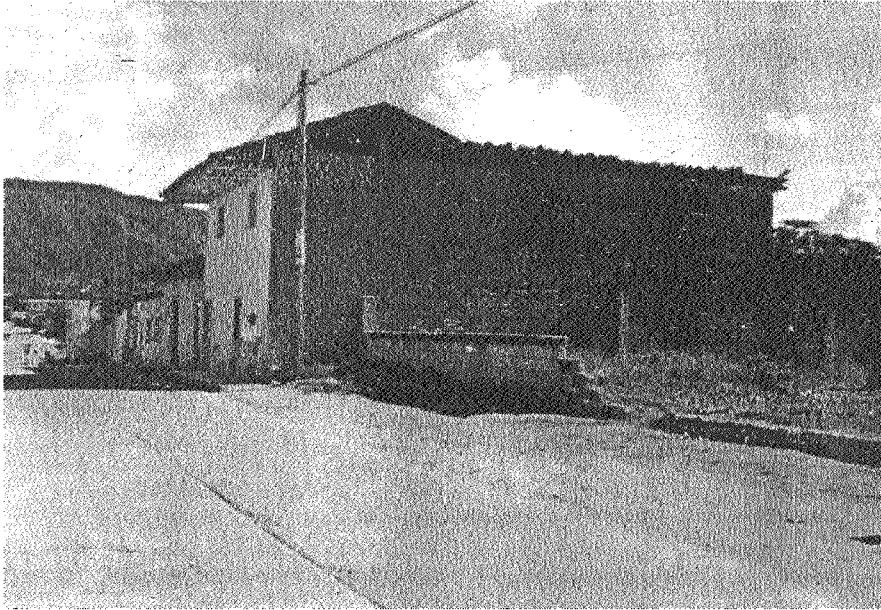


Foto 28

Moyobamba (antes del sismo. Abril 1990)
Vivienda de tapial de 2 pisos, con múltiples agrietamientos en su pared lateral.

*Moyobamba (Before the quake, April 1990)
Tapial house with cracks in its lateral wall.*

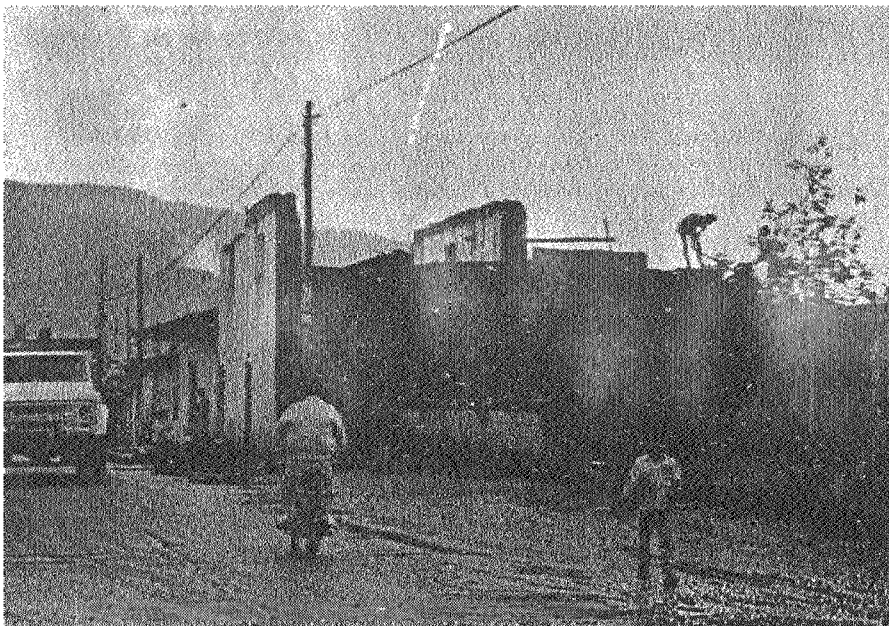


Foto 29

Moyobamba (después del sismo, junio 1990). La misma vivienda anterior

Moyobamba (after the quake, June 1990). The same building of photo 28.

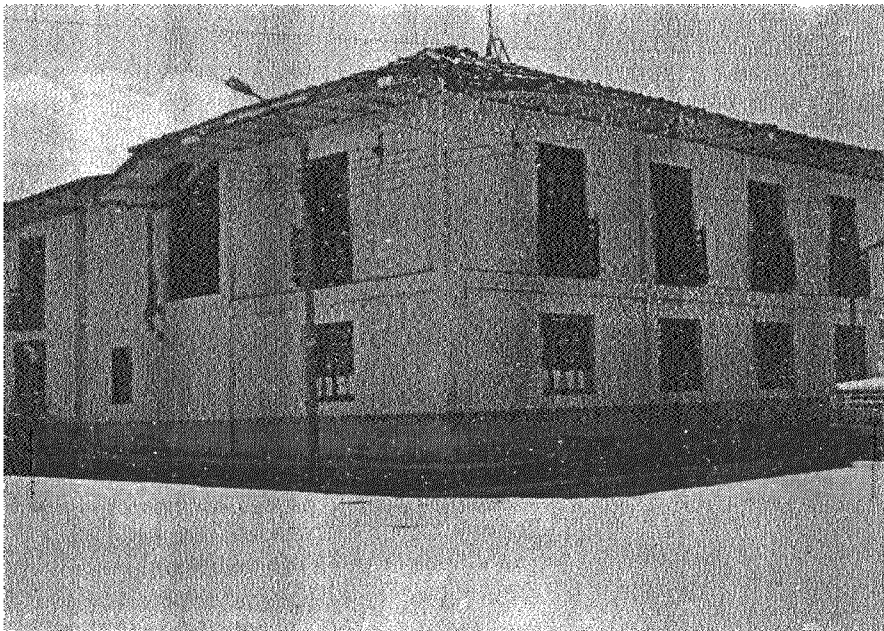


Foto 30

Moyobamba: Local de la Prefectura. Edificación de tapial, reforzada con pórticos de concreto armado. Los muros sólo muestran daños en la parte sin reforzamiento.

Moyobamba's Prefectural Office. Tapial building with reinforced concrete reinforcement. The walls show damage only in the original walls without reinforcement.

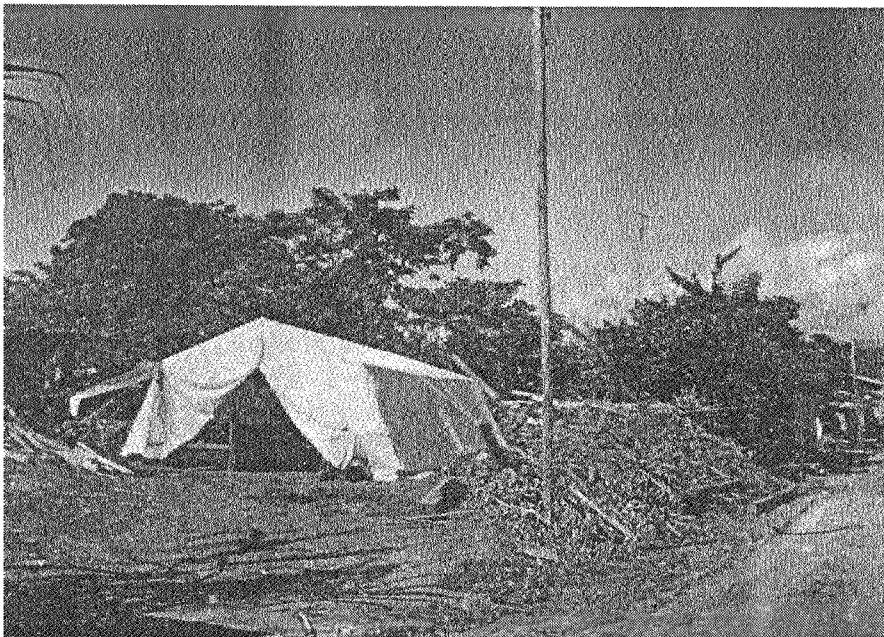


Foto 31

Apoyo internacional por intermedio de Defensa Civil.

International relief through Defensa Civil

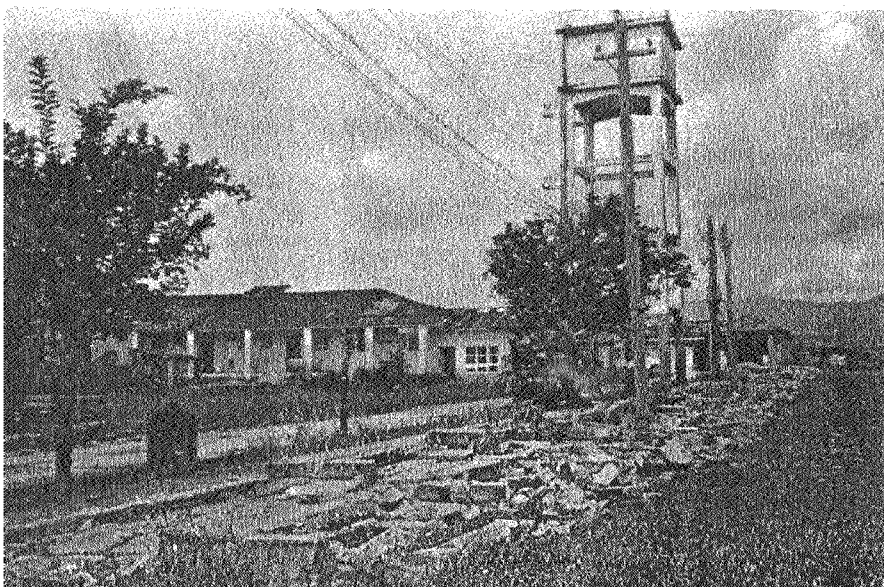


Foto 32

Rioja. Hospital de apoyo. Muro perimétrico, sin confinamiento, colapsado.



Foto 33
Red vial. grietas en
diferentes puntos.

Cracks in roads.

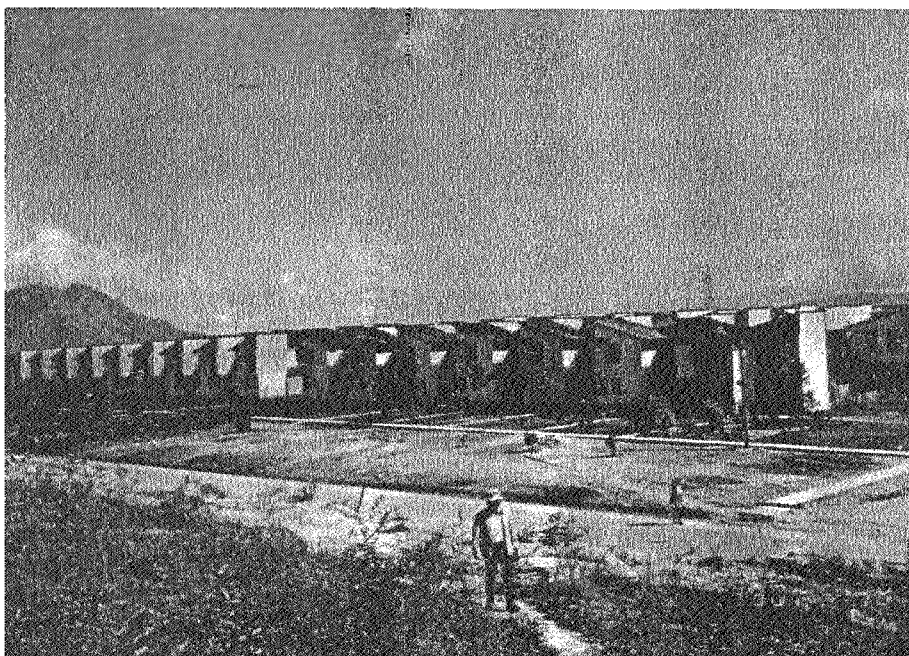


Foto 36
Moyobamba: Conjunto
habitacional "FONAVI 2"

*Moyobamba: "Fonavi 2"
housing complex.*

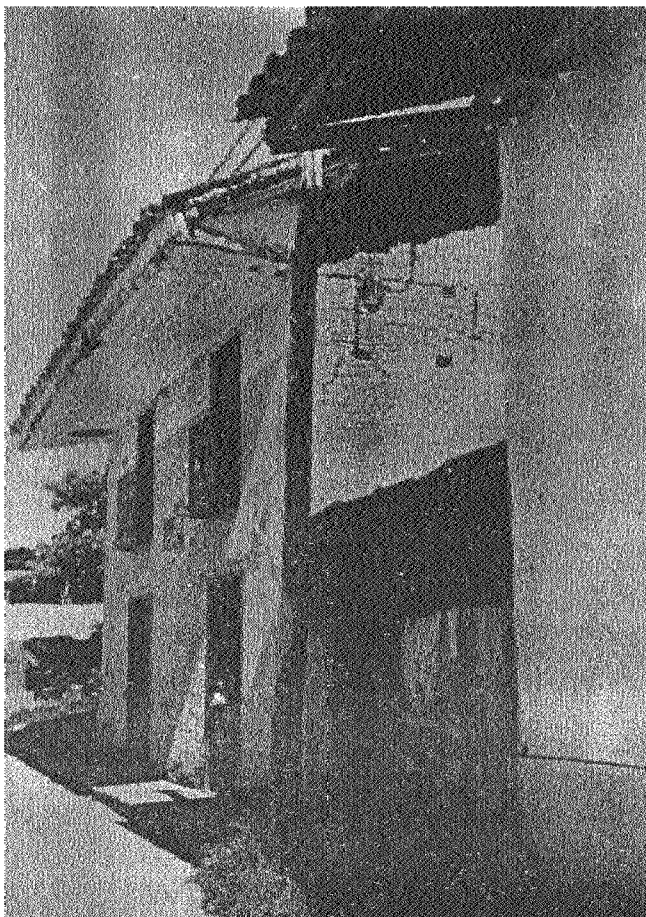


Foto 34

Moyobamba: Antes del sismo (abril 1990), Vivienda de tapial de 2 pisos; agrietamientos en pared lateral.

Moyobamba: before the quake (april 1990). Two storey tapial house with cracks in lateral wall.



Foto 35

Moyobamba: Después del sismo (junio 1990) - Vivienda anterior con agrietamientos en fachada principal y esquina por desprenderse.

Moyobamba: After the quake (Junio 1990). The same house of photo 34 with cracks in main facade and near collapse corner.



Foto 37 Licuación de arenas en Tahuishco (Moyobamba)



Foto 38 Licuación de arenas en Azungue (Moyobamba)